

【総説】

医療用品製造環境滅菌剤としてオゾンガスの有効性について

新谷英晴

日本医療・環境オゾン研究会会報, Vol.15, No.2, 33-38. (2008)

## 医療用品製造環境滅菌剤としての オゾンガスの有効性について

前国立医薬品食品衛生研究所 新谷英晴

要旨 従来から製造環境内の燻蒸・殺菌剤としてホルムアルデヒドが用いられてきたが、ホルムアルデヒドガス燻蒸法は敬遠されつつある。それはホルムアルデヒドガス残留濃度に厳しい要求が設定されたためである。ホルムアルデヒド燻蒸に替わる方法としてオゾン、過酸化水素、過酢酸、二酸化塩素などが検討されている。ここではオゾンガス燻蒸の有効性について、その滅菌効果、素材適合性、機能適合性などの面から考える。

キーワード：オゾン、ホルムアルデヒド、滅菌、素材適合性、機能適合性

### 緒言

滅菌対象菌としては医療用品製造現場の環境中に存在する菌を想定して議論する<sup>1,3)</sup>。環境菌としては空中浮遊菌、落下菌、付着菌などがある<sup>4,6)</sup>。

従来から医療現場での燻蒸剤としてはホルムアルデヒドが多用されてきた。しかし、その方法は敬遠されつつある。その理由としては厚生労働省から職域における濃度指針値（厚生労働省基発第 0315001号『職域における屋内空気中のホルムアルデヒド濃度低減のためのガイドラインについて』、平成 14 年 3 月 15 日）が出された影響が大きい。本ガイドラインによれば燻蒸後のホルムアルデヒドガス濃度を 0.08 ppm 以下にする様勧告されている。

ホルムアルデヒドの残留限度を低くされた理由は、シックハウス症候群の主な原因物質と考えられたためであるが、残留限度を 0.08 ppm 以下にすることはかなり厳しい。そこでホルムアルデヒド燻蒸に替わる燻蒸方法としてオゾン、過酸化水素、過酢酸、二酸化塩素などが検討され、それらは二酸化塩素を除き全て実用化されている。ここでは主にオゾンガス暴露を取り上げ、その滅菌の有効性、素材適合性、機能適合性などの面から解説する。

### 1 ホルムアルデヒド

アルキル化剤としてのホルムアルデヒドの滅菌メカニズムはアミノ酸、ペプチド、蛋白質、核酸塩基のアミノ基と反応してシッフ塩基を作り、遺伝情報などを狂わせると説明されている。ホルムアルデヒドガス滅菌はパラホルムアルデヒドあるいはホルマリン（ホルマリンとは 37%ホルムアルデヒド水溶液のこと）の加熱で実施される。低温、高湿度条件でホルムアルデヒドガスは三量体のパラホルムアルデヒドに戻るが、通常の 70～75℃での滅菌条件ではパラホルムアルデヒドには戻らない。

ホルムアルデヒド滅菌の長所はその優れた浸透力にあり、表面のみならず素材の内部まで滅菌できる。これはオゾンなどの新規滅菌剤には無い長所である。

ホルムアルデヒドの常温分解装置として FOTRAM<sup>®</sup> が市販されている<sup>7)</sup>。この装置の最大の弱点は、その分解効果がホルムアルデヒドガスのみにも有効で、固体あるいは吸着したホルムアルデヒドに対しては無効な点である。吸着したホルムアルデヒドはパラホルムアルデヒドに変化したり、空気酸化を受けてギ酸に変化したりして残留する。パラホルムアルデヒドからはアルデヒドガスに昇華するため、0.08 ppm の残留限度を維持するのは至極困難である。これらの問題を解決することが今後ホルムアルデヒドガス滅菌実施の際には求められる。

#### 1-1 ホルムアルデヒドの毒性

エチレンオキシドガス（EOG）の毒性に類似している。2～5 ppm の暴露や吸引で眼の粘膜や肺に急性の刺激が感じられる。粘膜の刺激は接触アレルギーと呼ばれる。1990 年代に至って発ガンリスクの可能性が示唆されるに至った<sup>8)</sup>。米国 OSHA は長期間暴露量を 0.75 ppm とし、フランスでは長期間暴露は 0.5 ppm、短期間暴露は 1 ppm としている。

ホルムアルデヒドガスは爆発性があり、7%以上の空気と混合すると爆発する。しかし通常使用されるホルムアルデヒド濃度はこの濃度よりはるかに低く、爆発のリスクはほとんど無い。

## 1-2 素材への吸着

紙や布などの親水性素材に比較的多くのホルムアルデヒドがメチロールとして水酸基同士の水素結合で残留し易く、ゴムやプラスチック（疎水性素材）には残留が少ないことが知られている。ホルムアルデヒドガスの残留毒性が知られるにつれ素材への吸着ならびに脱着に関心が向けられている<sup>9)</sup>。

## 1-3 微生物に対する致死効果

芽胞菌に対する滅菌効果は室温では遅く、加温（70～75℃）と加湿との組み合わせで促進される。ウイルスの不活化、真菌に対する効果、ならびに菌塊（クランプ）の死滅効果は充分立証されており、このことから浸透力が優れていることが分かる。

ISO 11138-5によると、ホルムアルデヒド滅菌に対する生物指標菌（BI）は *Geobacillus stearothermophilus* ATCC 7953 とされている。

微生物致死に対する因子以下の条件の記載は滅菌器内での実施条件の記載で、室内滅菌の際にも類似の条件が望ましい。

**温度：**温度は滅菌効果に及ぼす重要な因子で、70～80℃の間までは温度上昇に伴い滅菌効果が上昇する。通常2つの滅菌温度が採用され、迅速滅菌として80℃、一般に素材が耐える滅菌温度として55～56℃が採用される。

**相対湿度：**50%以上が必要で、50%までは湿度増加に伴い滅菌効果は増大する。至適相対湿度は80～90%で、通常は75～100%の相対湿度範囲で使用される。その場合、蒸気の凝縮を防ぐ必要がある。

**濃度：**濃度の上昇に伴い、滅菌効果の上昇が認められる。特に0.1から1.3 ppmの間では濃度上昇に伴う滅菌効果の増加は顕著である。通常ホルムアルデヒドガス滅菌ではガス濃度が6～50 ppmの間の濃度が使用される。6～20 ppmの濃度範囲では、濃度が増加すると滅菌効果が上昇するが、これ以上濃度が増加しても滅菌効果は増大しないため20 ppm以上の使用は推奨されない。

**真空度：**真空度が高いほど、滅菌対象物内へのガスの浸透も良い。真空条件は5～50 mmHgで実施される。

**担体素材の違いによる滅菌効果の相違：**例えば紙とステンレススチール（SUS）担体とでは滅菌効果に顕著な差があり、疎水性を有する後の方が滅菌効果が高い。また素材によって浸透性に大きな相違があり、ポリエチレン素材はセロファンより浸透性が高い。浸透性が高い方が滅菌効果が必ずしも高いという訳では無いが、内部に存在するバイオフィルムの死滅が期待される。しかしながら深部に到達したガスはなかなか抜け切らず、残留することが多い。残留ガスをエアレーションで揮散させる必要がある。

**有機物：**有機物の存在が滅菌効果を低下させる。

## 2 オゾン滅菌

オゾンに関しては良くまとまった書籍があるため参考にされたい<sup>10)</sup>。

オゾンは通常はガス体であるが、液体状態での使用経験が多く、ガス体での滅菌への応用はあまり無い。制御すべき因子が多いのがその理由である。

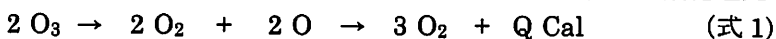
### 2-1 オゾンの性質

#### 2-1-1 物理的ならびに化学的特性

オゾンはO<sub>3</sub>で表され、熱力学的に非常に不安定な気体である。低濃度では臭いがする程度であるが、高濃度では粘膜に刺激を与え、暗青色を示す。空気に対する比重は1.657で、-192℃で固体になる。また大気圧下での沸点は-112℃である。オゾン分子は水に溶解した場合、非常に不安定で、半減期は20℃で4分であり、気体としての半減期は14時間（20℃の場合）である。半減期は加圧すると極端に短くなる。また温度、濃度、pHに依存するとされている。溶解度は温度が上昇すると減少し、0℃で1,400 ppm、70℃では0 ppmとなる。

#### 2-1-2 オゾンの酸化力

オゾンは化学式としてはO<sub>2</sub>-Oで表すのが正しく、O<sub>2</sub>とOとの結合が弱いために酸化力が強くなり、自身は熱力学的により安定なO<sub>2</sub>に還元され易い。オゾンの酸化還元電位は+2.07 Vである。



本分解還元反応は例えば温度を上げることで容易に起こる<sup>11)</sup>。また初期濃度に関係なく300℃以上ではオゾンは上式に従って全て酸素に分解する。また白金（Pt）、パラジウム（Pd）、シリコンあるいは他の有

機あるいは無機化合物の触媒作用でオゾンは酸素に分解される。つまりオゾン滅菌は有機物の影響を受け易いことになる。

オゾン（液体、ガス）滅菌の最大の利点はその強い酸化力である。酸化力に関しては過酸化水素をはるかに上回っている（オゾンならびに過酸化水素の酸化還元電位はそれぞれ 2.07 V、1.77 V）。注意しなければならないのは酸化力が強いいため滅菌対象物の品質を損なう可能性を把握する必要性がある。

## 2-2 オゾンの製造

非常に低温で液化するため、液体オゾンの貯蔵は不可能である。比較的短い半減期も圧力が増すと更に極端に短くなり、容器内での貯蔵を不可能にする。このことからオゾンは使用直前に製造されなければならない。低濃度のオゾンは UV 照射で得られるが、主な製造手段はプラズマを発生させる無声放電を基にして製造される。

## 2-3 オゾンガス滅菌効果

80,000 ppm のオゾンガス濃度、90 %の相対湿度、25℃の温度条件で滅菌したところ 55℃、650 ppm の EOG 滅菌の 4～6 倍の滅菌効果が得られたという報告<sup>11)</sup>があるが 80,000 ppm 濃度のオゾンガス使用は素材ならびに機能適合性がほとんど無い。そのため実用的な濃度における比較になっていない。浸透力は EOG の方が勝っている。

オゾンガスの 8 時間 TWA (Time Weight Average) は 0.1 ppm で EOG のそれは 1 ppm である。

## 2-4 微生物（細菌、真菌、ウイルス）に対する効果

細菌、マイコバクテリウム、カビ、酵母、アメーバに対して有効な致死作用を有する<sup>15-17)</sup>。オゾン水を用いた滅菌効果の検証試験は多数あるが、オゾンガスでの滅菌効果の検証例は少ない。またオゾンガスでは温度、濃度、相対湿度、時間などの制御をしなければならない物理因子が多く、このことがオゾンガスの滅菌効果の検証を難しくさせている。

オゾンの生物指標菌 (BI) として *G. stearothermophilus* ATCC 7953 が考えられている (AAMI DS1/ST58R)。

この BI はホルムアルデヒド、オゾン、過酸化水素、過酢酸に共通した BI である。その理由はアルキル化剤であるホルムアルデヒドを除き、他の滅菌剤の主たる滅菌化学種が OH ラジカルであることが共通しているためである。

代表的な環境菌に対するオゾンガスでの滅菌効果を示すと、*Staphylococcus strains* は 30 分 (20 ppm)、300 分 (0.2 ppm)、また、*B. subtilis* は 45 分 (20 ppm)、720 分 (0.2 ppm) で死滅する<sup>12)</sup> 芽胞菌は栄養細胞より抵抗性が高い。グラム陰性菌はグラム陽性菌より滅菌感受性が高く滅菌され易い。

石崎ら<sup>13)</sup> は滅菌効果と湿度の関係を、櫻井、新谷等<sup>14)</sup> は滅菌効果と相対湿度、温度、濃度などとの関係を示している。彼らによると滅菌効果 (D 値、Decimal reduction value) と相対湿度、温度、濃度などとの間には直線関係が成立することを示している。相対湿度は 50 % 以下では滅菌効果は無く、80 % 以上必要とされている<sup>13, 14)</sup>。

*Candida albicans* (酵母) は細菌より抵抗性が高い<sup>15)</sup>。メシチリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA) はメシチリン感受性黄色ブドウ球菌 (MSSA) より抵抗性が高い<sup>16)</sup>。ウイルスに対する不活性化効果も大きい<sup>17)</sup>。またウイルスに対する効果はオゾンと過酸化水素の併用の方がオゾン単独より有効であり、その理由として OH ラジカルの増大で説明される。

オゾン暴露効果はその酸化力からも説明され、微生物の細胞組成物が酸化的に分解される。ターゲットとなる化合物は酸化され易い構造を持った化合物で、例えば二重結合を有する有機酸、脂肪酸、核酸などがある。オゾンは酸化力と同時に O ラジカルや OH ラジカルが発生し、これらのラジカルが滅菌効果に寄与する。

水分活性が低い気相では活性種は O ラジカルだけであるが、高温条件で O ラジカルが水分と反応すると OH ラジカルとなり、OH ラジカルは O ラジカルよりはるかに酸化力が強く、活性が高い<sup>18)</sup>。水分は同時にオゾンを菌体内部に導入させる担体の役目を担う。過酸化水素の滅菌化学種も OH であり、過酸化水素の場合は HO-OH の結合切断だけで生成する。そのため過酸化水素とオゾンとを併用することで更に有効な滅菌効力が期待されることになる。

バイオバーデン（製品汚染菌）に対するオゾン滅菌効果は疎水性素材の方が親水性素材より高い。その理由は、親水性素材の場合には親水性基とオゾンとの間での水素結合の可能性が考えられるからである。

## 2-5 オゾン滅菌に及ぼす種々の物質の影響

オゾン滅菌効果に及ぼす因子としては温度、湿度、濃度、pH などがある。湿度は大きな要因で 50 % 以下では滅菌効力は無く、80 % 以上の相対湿度が要求され、相対湿度が増すほど滅菌効果が向上する<sup>14)</sup>。アレニウス式に従って、温度が高い方が滅菌効果も高くなるが、高温になるとオゾンは分解するため至適温度が存在する。

また蛋白質、脂質、無機塩などの有機ならびに無機化合物の夾雑物の存在は大抵の滅菌剤の滅菌効果を減少させる。このことはオゾンガス滅菌の場合も例外ではない。

オゾンは自己分解することで熱力学的に安定な酸素に還元される(式 1)。本分解反応は有機物、例えばセルロースやポリエチレンと接触することで促進される。本自己分解反応が容易に起こることが、オゾン分子が小さいにもかかわらず、素材内部への浸透力が弱く、オゾン滅菌が表面滅菌とされる所以である。

## 2-6 オゾンと過酸化水素との相乗効果

前述のとおりオゾンと過酸化水素との主な滅菌化学種は OH ラジカルであるから、それらの混合気体は単独使用より有力な滅菌剤となる。Peroxone<sup>®</sup> ([http://www.epa.gov/safewater/mdbp/pdf/alter/chapt\\_7.pdf](http://www.epa.gov/safewater/mdbp/pdf/alter/chapt_7.pdf)) と呼ばれるオゾンと過酸化水素との混合物が市販されており、単独使用に比べ種々の点で優れた滅菌剤であることを示している<sup>19, 20)</sup>。Peroxone<sup>®</sup> は例えば飲料水の滅菌に使用されている<sup>20)</sup>。

Peroxone<sup>®</sup> の有効性について述べると、オゾンガス単独では *B. atrophaeus* の  $10^6$  CFU (colony formation unit) ならびに *G. stearothermophilus* の  $10^5$  CFU の滅菌に 66 分を要していたのが、Peroxone<sup>®</sup> を使用した場合には 40 分で滅菌が完了したことなどから理解できる。それは OH ラジカル増加と同時にオゾン単独に比べ滅菌効果を阻害する物質が少ないことから滅菌効果が増大した理由と考えられる。

## 2-7 素材適合性

O ラジカルならびに OH ラジカルは酸化力が強いいため、鉄や亜鉛を含む合金を腐食させ易い。にもかかわらず高濃度、低 pH、高相対湿度のオゾンガス滅菌条件下で、ステンレス (SUS 304 ならびに SUS 316L) ならびに亜鉛を含まないアルミニウム合金はオゾン耐性を示す。しかしながらポリブタジエン、天然ゴムを迅速に、ナイロン、ポリプロピレンを徐々に分解させる。

一方、ラテックス、シリコン、ポリフッ化樹脂、ポリカーボネートならびに硬質ポリ塩化ビニルは有効なオゾン耐性を示す。また合成ゴム、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、高密度ポリエチレン、ポリスチレンなども材質劣化に抵抗性があるとされている。

## 2-8 毒性

オゾンの毒性の最小限度値は 0.4 ppm で本濃度は嗅覚で検出できる濃度 (0.02 ~ 0.04 ppm) より一桁高い。各国の規制当局では職域の残留限度を 0.1 ~ 0.2 ppm にしているところが多い。オゾンは滅菌ガスとして使用しなくても、例えばレーザープリンターやコピー機から発生する。濃度が嗅覚で感じられる程度であれば 0.04 ppm 以上の発生があることを示している。その意味で職域の残留限度を 0.1 ~ 0.2 ppm に設定され、その値はオゾンが毒性を示す最小限度値の 0.4 ppm 以下に設定されている。また OSHA (Occupational Safety & Health Administration) が推奨するオゾンの 8 時間の TWA は 0.1 ppm であり、0.4 ppm 以上の濃度に暴露された場合、眼や呼吸器系に障害を起こす。本障害は 1 ppm 以上のオゾンに 24 時間以上暴露された場合には回復不可能となる。

## 2-9 適用

オゾンガスやオゾン水の適用としては以下の様な例が考えられる。

水処理 (環境水、水道水、医薬品製造用水)

医療環境の滅菌<sup>21-23)</sup>

医療機器の滅菌、特に透析関係<sup>24, 25)</sup>

内視鏡の滅菌<sup>26)</sup>

感染性汚染物の廃棄

オゾンと UV とを併用させ、OH ラジカルを増加させて医薬品製造用水の滅菌に適用した例<sup>27)</sup>

オゾンガスの場合は UV 照射で浸透力が高まることが報告されている<sup>28)</sup>。

## 2-10 クリーンルームの滅菌<sup>29)</sup>

オゾン滅菌はクリーンルーム内部の滅菌にも応用されている。オゾンガスを素材に暴露させた試験結果として、医療機器、電子部品、ポリマー、金属類に 24 時間 (短期暴露) から 100 時間 (長期暴露)、80,000 ppm

オゾン暴露の結果、大部分の素材は安定であったが、銅ならびに鉄は酸化的に腐食し、天然ゴムは短期暴露で腐食し<sup>10, 21, 22</sup>、ポリウレタン、ポリスチレンなども長期間の暴露の結果、腐食が認められたという結果が得られている<sup>10</sup>。

## 2-11 規制の動向

オゾンガス滅菌に関する規制については AAMI (Association for the Advancement of Medical Instrumentation) DS 1/ST58R Chemical sterilization and high-level disinfection in health care facilities で今後議論されていく。AAMI規格は ISO TC 198 Sterilization of Health Care Products (医療用品の滅菌) で ISO 規格に取り上げられて行くため AAMI 規格の動向は今後の ISO 規格の動向と同義となる。

## 参考文献

- 1) Shintani H, Taniai E, Miki A, Kurosu S. and Hayashi F. (2004) Comparison of the collecting efficiency of microbiological air samplers. *J Hosp Infect.*, **56**, 42-48.
- 2) Shintani H, Kurosu S, Miki A, Hayashi F. and Kato S. (2006) Sterilization efficiency of the photocatalyst against environmental microorganisms in a health care facility. *Biocontrol Sci.*, **11**, 17-26.
- 3) Shintani H, Hayashi F, Sakakibara Y, Kurosu S, Miki A. and Furukawa T. (2006) Relationship between the contamination of the nurse's caps and their period of use in terms of microorganism numbers. *Biocontrol Sci.*, **11**, 11-16.
- 4) 新谷英晴、石川隆之、上條茂徳 (2005) 医療用品のバイオバーデン・環境菌測定法、問題点ならびに解決法、防菌 防黴、**33**、167-174.
- 5) 新谷英晴 (2007) クリーンルームで使用される滅菌剤の現状と将来、防菌防黴、**35**、81-93.
- 6) 新谷英晴 (2003) 医療用具滅菌の現状と将来展望、防菌防黴、**31**、619-623.
- 7) 海老根猛 (2003) テクノ菱和のクリーンルーム技術、クリーンテクノロジー、**13** (10)、23-29.
- 8) Partanen T. (1993) Formaldehyde exposure and respiratory cancer—a meta-analysis of the epidemiologic evidence. *Scan. J. Work Environ. Health*, **19**, 8-15.
- 9) Braswell J.R., Spiner D.R. and Hoffman, R.K. (1970) Adsorption of formaldehyde by various surfaces during gaseous decontamination. *Appl. Microbiol.*, **20**, 765-769.
- 10) 日本医療・環境オゾン研究会 (2007) 環境分野におけるオゾン利用の実際、医療・環境オゾン研究、増刊3号.
- 11) Jacobs T. (1994) A new technology for instrument sterilization. In *Advanced sterilization products*, Irvine, Calif.
- 12) German A., Panouse-Perrin J. and Guerin, B. (1966) Essais de sterilization par l' ozone. *Annal. Pharm. Francais.*, **24**, 693-701.
- 13) Ishizaki K., Shinriki N., and Matsuyama H. (1986) Inactivation of *Bacillus* spores by gaseous ozone. *J. Appl. Bacteriol.*, **60**, 67-72.
- 14) Sakurai M., Takahashi R. Fukunaga S., Shiomi S., Kazuma K. and Shintani H. (2003) Several factors affecting ozone gas sterilization. *Biocontrol Science*, **8**, 69-76.
- 15) Komanapalli I.R. and Lau B.H. (1998) Inactivation of bacteriophage lambda, *Escherichia coli*, and *Candida albicans* by ozone. *Appl Microbiol Biotechnol.*, **49**, 766-769.
- 16) Berrington A.W. and Pedler S.J. (1998) Investigation of gaseous ozone for MRSA decontamination of hospital side-rooms. *J. Hosp. Infect.*, **40**, 61-65.
- 17) Block S. (ed) (2001) *Disinfection, Sterilization, and Preservation 5th ed*, Lippincott Williams & Wilkins, pp.210-211, Philadelphia.
- 18) Block S. (ed) (2001) *Disinfection, Sterilization, and Preservation 5th ed*, Lippincott Williams & Wilkins, pp.750, Philadelphia.
- 19) Xu X. and Goddard W.A., 3rd. (2002) Peroxone chemistry : formation of  $H_2O_3$  and ring-( $HO_2$ )( $HO_3$ ) from  $O_3/H_2O_2$ . *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **99**, 15308-15312.

- 20) Wolfe R.L., Stewart M.H., Liang S. and McGuire M.J. (1989) Disinfection of model indicator organisms in a drinking water pilot plant by using PEROXONE. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55, 2230-2241.
- 21) Karlson, E.K. (1989) Ozone sterilization. *J. Healthcare Material Management*, 7, 43-45.
- 22) Stoddart G.M. (1989) Ozone as a sterilizing agent. *J. Healthcare Material Management*, 7, 42-43.
- 23) Rickloff J.R. (1987) An evaluation of the sporicidal activity of ozone. *Appl Environ. Microbiol.*, 53, 683-686.
- 24) Bommer J. and Ritz E. (1987) Water quality - a neglected problem in hemodialysis. *Nephron*, 46, 1-6.
- 25) Gal G., Kiss E., Folders J. and Dombi A. (1992) Disinfection of regenerated dialyzers with ozone. *Int. J. Art. Organs.*, 15, 461-464.
- 26) Stoddart G.M. (1989) Ozone as a sterilizing agent. *J. Healthcare Mat. Management.*, 7, 42-43.
- 27) Lee M.G., Ireland D.S., Hunt P., Vallor J., Francis P. and Gothard A. (1990) Water purification using ozone and UV radiation in combination. *Pharm. J.*, 245, 674-675.
- 28) Tang X., Madronich S., Wallington T. and Calamari D. (1998) Changes in tropospheric composition and air quality. *J. Photochem. Photobiol. B.*, 46, 83-95.
- 29) Masaoka T., Kubota Y., Namiuchi S., Takubo T., Ueda T., Shibata H., Nakamura H., Yoshitake J., Yamayoshi T., Doi H. and Kamiki T. (1982) Ozone decontamination of bio-clean rooms. *Appl. Environ. Microbiol.*, 43, 509-513.

## Call for paper

### 第19回 I O A オゾン世界会議の案内

(会場：東京都江戸川区船堀、タワーホール船堀)

メディカルセッション：2009年9月2日～3日開催

アブストラクト締め切り：2008年11月30日

### 19<sup>th</sup> Ozone World Congress & Exhibition

International Ozone Association

31 August - 3 September 2009

Tower Hall Funabori, Edogawa-ku, Tokyo, Japan

メディカルセッションの発表内容：2009年9月2日、3日の2日間のいずれも午前、午後の予定で開催されるメディカルセッションでは、オゾン療法（ペインシンドローム、肝炎、糖尿病疾患、がん、潰瘍性大腸炎、熱傷など）、医療殺菌関係、医療におけるオゾン化オリーブオイルの適用セッションを予定しています。

口頭発表では、一人約30分（質問を含む）です。ポスター発表も予定されていますので、ふるってご応募ください。

アブストラクト記載要領：タイトル、発表者（登壇者に○）、所属、500 words 以内英文、口頭あるいはポスター発表のうち、どちらを希望するかを記してください。

アブストラクト提出方法：メディカルセッションに関しましては日本医療・環境オゾン研究会がプログラム編成を行いますので、日本医療・環境オゾン研究会事務局にお送りください。日本オゾン協会へはまとめて事務局から提出します。

アブストラクト送付先：日本医療・環境オゾン研究会事務局

e-mail: nakamuro@pharm.setsunan.ac.jp