

研究テーマ名 | 人と環境に完全に安全無害な高速低温酸素プラズマ滅菌

機関名：株式会社ウドノ医機， 国立大学法人九州大学， 国立大学法人佐賀大学

プロジェクト概要

【目的】

今後の有人深宇宙探査では宇宙船内医療が不可欠であり、医療器材の滅菌を行う滅菌器が必要となる。また、宇宙船内環境を清浄に保つために船内の殺菌・防衛装置が必要である。一方、深宇宙探査では惑星保護の観点から、宇宙船の汚染レベルを低減するための滅菌や生物由来物質（DNA、タンパク質、アミノ酸等）の完全分解が可能な装置が要求されている。従来の滅菌法は高温や薬剤を用いており、宇宙空間での利用には制約が多い。

プラズマは低温でも反応性が高く、高エネルギーで寿命が短い（ミリ秒以下）ことから薬剤のような残留性がない。また、プラズマの原料ガスである酸素は空気から得ることから滅菌剤は不要であり、プラズマを生成するために必要なのは電気のみである。本研究では環境と人ともに無害な低温酸素プラズマを用いた滅菌法を提案し、各用途に応じたプラズマ滅菌器を開発することを目的としている。

【内容】

深宇宙探査に資する滅菌・防衛技術を確立するために必要な実験研究を行う。本技術を宇宙で利用することを想定して研究テーマを以下のように設定した。

1. 各種素材の酸素プラズマ適合性試験
プラスチックやゴム等の非耐熱・易分解性の各種素材や部材に関して、酸素プラズマ滅菌法が適合する素材を明らかにする。
2. 排ガスの無害性・安全性（ゼロエミッション）の確認
滅菌器から排出されるVOC等の濃度が、基準濃度以下であることを確認する。
3. 低压酸素プラズマによる長尺細管内部の滅菌特性
内径 2 mm、長さ 1 m の細管内の10⁶個の菌芽胞を不活化する。
4. 大気圧プラズマ中の長寿命活性種による施設・設備滅菌
長寿命活性種により部屋空間内の滅菌を試みる。また宇宙機外部のプラズマ滅菌を検討する。

プラズマを用いた滅菌・防衛について

滅菌・防衛用プラズマ源
低压酸素プラズマ滅菌器(左)
および大気圧バリア放電装置(上).

各種素材の酸素プラズマ適合性試験

各種素材の試験片のダメージ評価
プラズマ滅菌処理後の素材へのダメージを評価する。

7号ダンベル試験片

引張り試験例

赤外吸収スペクトル

低压酸素プラズマによる長尺細管内部の滅菌特性

処理対象物: 菌胞
菌種: *Geobacillus stearothermophilus*
菌数: 約3.7 × 10⁶個

滅菌時間	0分	1分	2分	3分	4分
1.5mmφ	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7
3mmφ	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7
4.5mmφ	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7
6mmφ	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7

滅菌処理時間とチューブ長さの滅菌結果
(滅菌成功回数/試行回数)

3 プラズマ殺菌時間を変えた場合の大気圧プラズマ照射好熱菌の増殖曲線

プラズマ中の長寿命活性種による施設・設備滅菌

実験条件: 60W, 60Pa, 3h
平均温度: 64.1 °C
滅菌成功率100%

室内殺菌・防衛実験レイアウト

積層断熱材用素材の滅菌
積層断熱材素材のプラズマ滅菌と素材適合性の調査。

部屋内の空間殺菌
プラズマ殺菌の様子(左上)と、プラズマ処理前後のカビの様子(左下)

プラズマを照射した糞カビ孢子(右)からの培養の様子。