

小型滅菌器の高機能化と低コスト化に関する研究開発

はじめに

ヘルスケア関連感染は、病院環境における深刻なリスクとなっている。世界保健機関(WHO)によると、ヨーロッパで約10万人、USで約37,000人の年間死者数を数えているそうである[1]。本テーマでは、現場で求められる事項の把握と理解を図り、そのうちのいくつかに対し、解決に役立つ可能性のある方法探索と評価を行った後、プロトタイプ製作を試み、それによる評価を行った。

求められること

現場ニーズ調査や文献調査から、滅菌対象として、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌(MRSA)、クロストリジウム・ディフィシル(*Clostridium difficile*)、バンコマイシン耐性腸球菌属(VRE)、大腸菌、緑膿菌、肺炎桿菌、およびアシネトバクター・バウマンニなどの多剤耐性グラム陰性菌等があり、求められるユーティリティとして求められるものに、簡便性、ハンディ性、設置場所の小ささ、有害性回避、高電圧や高価なガスの供給などの特殊性回避、機器・ランニングのコスト安等があることが分かった。

方法

高密度プラズマをアスペクト比高く噴出させられる低温大気圧プラズマ法があり、適切にpHを調節した液体と組み合わせて使用することにより、滅菌保証レベル;微生物の生存確率 1.0×10^{-6} まで殺菌力を向上できる(表1)[2-4]。一方、同法は紫外線放射やオゾン発生という有害性を伴うため、それらへの対処が求められる。また、高価なガスを多く使うことに起因したユーティリティの悪さを伴う。他方、プラズマクラスターイオン照射は、オゾン発生の問題が共通するが、殺菌力を除く、それ以外の点で比較優位が認められる(表2)。また西村らが一定程度の殺菌力のあることを報告したことから[5]、低予算で可能性を有する方法の一つと捉えることが出来る。本テーマでは、この方法によるプロトを試作し評価することとした。

プロト製作および評価

プロトは、簡便性を目指し、対象物の重みを検知し、プラズマクラスターイオン送風が自動開始するタイプとした(図2(A))。無線モジュール活用によるON/OFFの実現である。また、寒天平板培地上に塗抹した大腸菌に対するプラズマクラスターイオン送風暴露効果の対照実験をした。暴露時間;0秒、120秒、1200秒の間で有意差が認められず、西村らの結果と相違した。

参考文献

- [1] Flanagan ME, Welsh CA, Kiess C, et al.:A national collaborative for reducing health care associated infections: current initiatives, challenges, and opportunities. *Am J Infect Control* 2011; 39 : p. 685-689.
- [2] 北野勝久：大気圧低温プラズマの新しい応用 ～分析装置から医療～、大阪大学大学院工学研究科アトミックデザイン研究センターアニュアルレポートVol.1 (2014) p.43-47
- [3] 日本国特許第4677530号
- [4] 日本国特許第4408957号
- [5] 西村秀一：殺菌性能を有する空中浮遊物質の放出を謳う各種電気製品の、寒天平板培地上の細菌に対する殺菌能の本体についての解析、*感染症学雑誌*第86巻第6号 (2012) pp.723-733

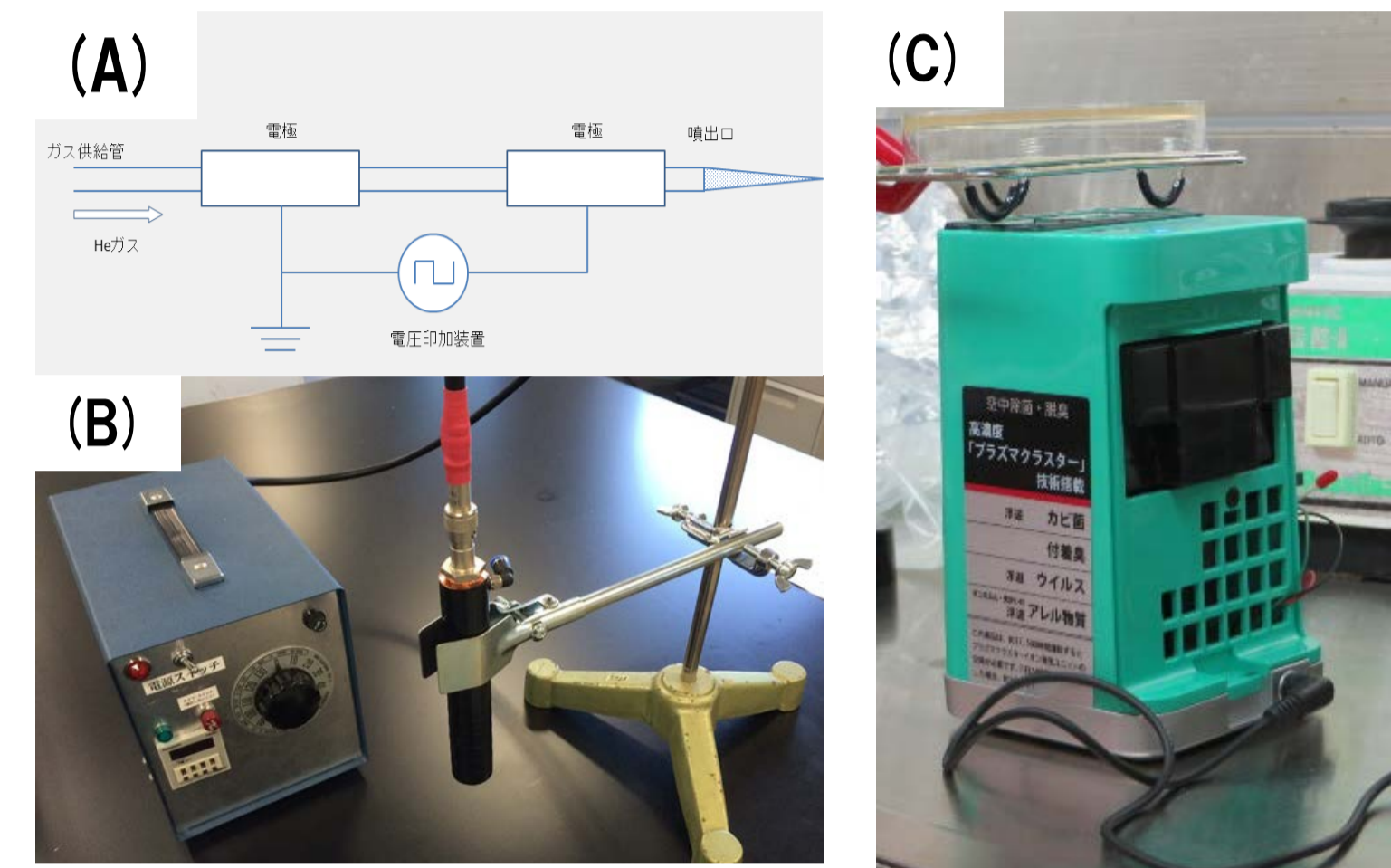


図1 低周波プラズマジェットの模式図(A)と装置例(B)およびプラズマクラスターイオン発生装置

表1 低温大気圧プラズマの評価

項目	調査結果	評価
1. 利点	<ul style="list-style-type: none"> ・処理対象は平面でなくともよい ・アーク放電による放電損傷が少ない ・プラズマ安定 対象による変化少 ・高密度プラズマの利用が可能 	
2. 殺菌効果向上	<ul style="list-style-type: none"> ・PH<4.8の液体併用で劇的向上(北野ら JP4408957) 	<ul style="list-style-type: none"> ・殺菌有意性大 ・酸性液ダメージが新たな問題(対象物・使用者)
3. 問題点(使用者の立場で)	<ul style="list-style-type: none"> ・紫外線発生 ・オゾン発生 	使用者の健康への悪影響を低減あるいは回避が課題
4. 不利な点(使用者の立場で)	<ul style="list-style-type: none"> ・ガスボンベ必要 ・電源必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・ハンディ化、可搬化に不利 ・とり回し悪し

表2 低温大気圧プラズマとプラズマクラスターイオンの比較

	低温大気圧プラズマ	プラズマクラスター活用
殺菌	◎ 効果有 酸性溶液との組み合わせで効果飛躍的向上	○ 一部効果有
紫外線	× 放射有	◎ ユニット使用で眼への直接入射なし
オゾン	× 発生有り 人体には害、殺菌には功	× 発生有り 人体には害、殺菌には功
ガス ボンベ	× 必須	◎ 不要(大気使用のため)
ガス 価格	× 高価	◎ 無料、同上
ガス 使用量	× 大量	◎ 心配無用、同上
設備、	△ 電源、マスフロー	◎ 市販ユニット活用可
費用	× マスフローが高価で購入困難(予算の制約)	◎ 手ごろな価格の入手可

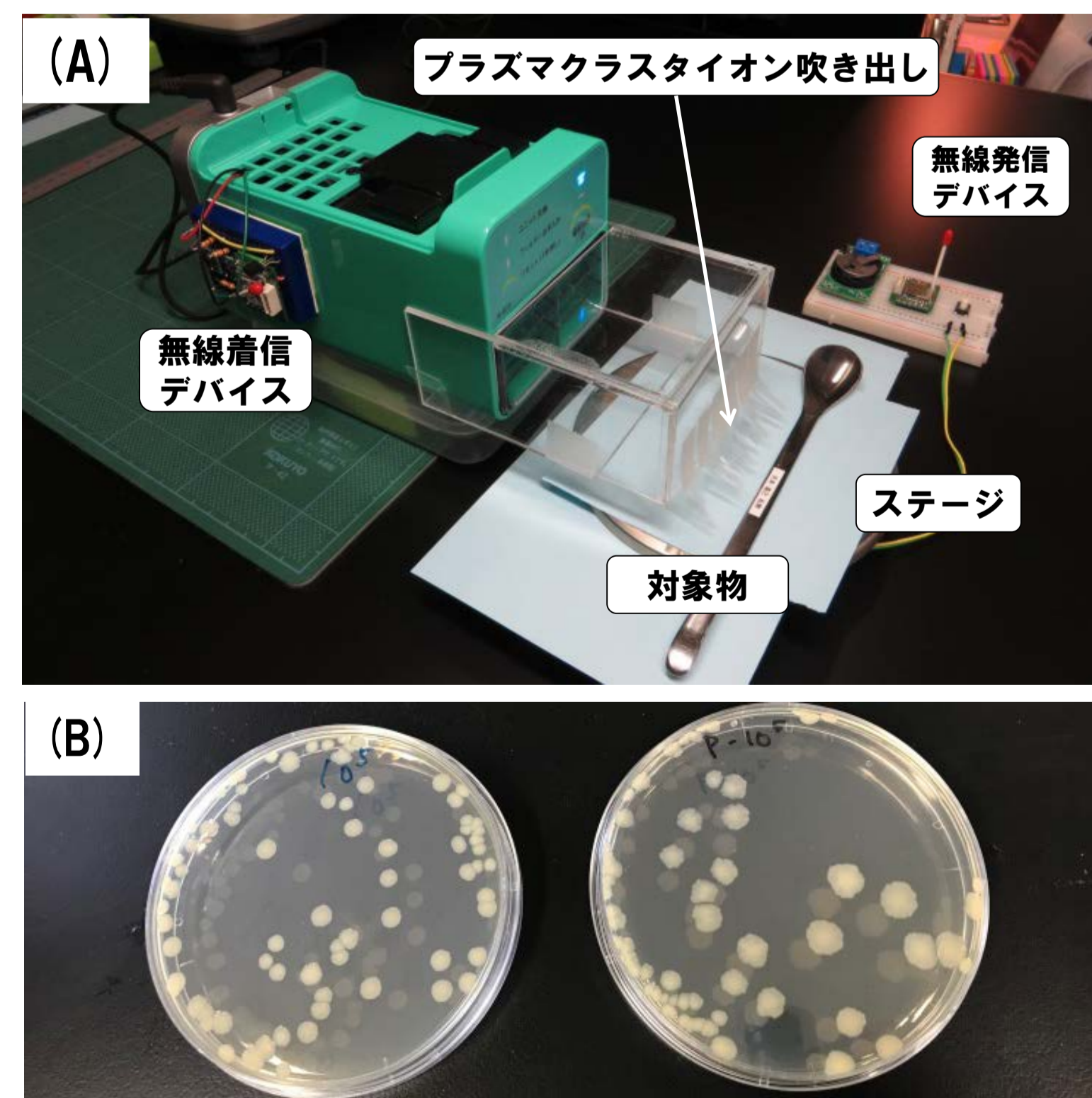


図2 自動送風開始機能付属プラズマクラスターイオン発生プロトタイプ(A)および大腸菌を塗抹した寒天平板培地にプラズマクラスターイオンを照射した結果の一例(B);左が120秒照射で右がコントロール、いずれも希釈倍率 10^5 倍