

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	大気圧低温プラズマを用いたノンエンベロープウイルスに対する不活化効果の検証
著者	大澤泰樹, 劉智志, 福智魁, 松村有里子, 岩澤篤郎, 沖野晃俊
出典	プラズマ・核融合学会 第39回年会オンライン予稿集,
発行日	2022, 11



大気圧低温プラズマを用いた ノンエンベロープウイルスに対する 不活化効果の検証

○大澤 泰樹¹, 劉 智志¹, 福智 魁¹,
松村 有里子², 岩澤 篤郎², 沖野 晃俊¹

¹東京工業大学, ²東京医療保健大学大学院

化学殺菌

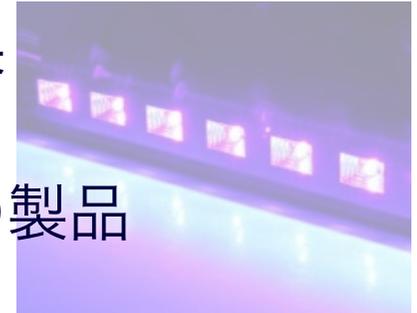
- 高い殺菌効果
- ✕ 水に弱い素材
- ✕ 素材によっては使用できない溶剤がある



<https://www.healthy-stand-japan.com/blog/1625>

紫外線殺菌

- 高い殺菌効果
- ✕ 生体や細胞
- ✕ 複雑な形状の製品

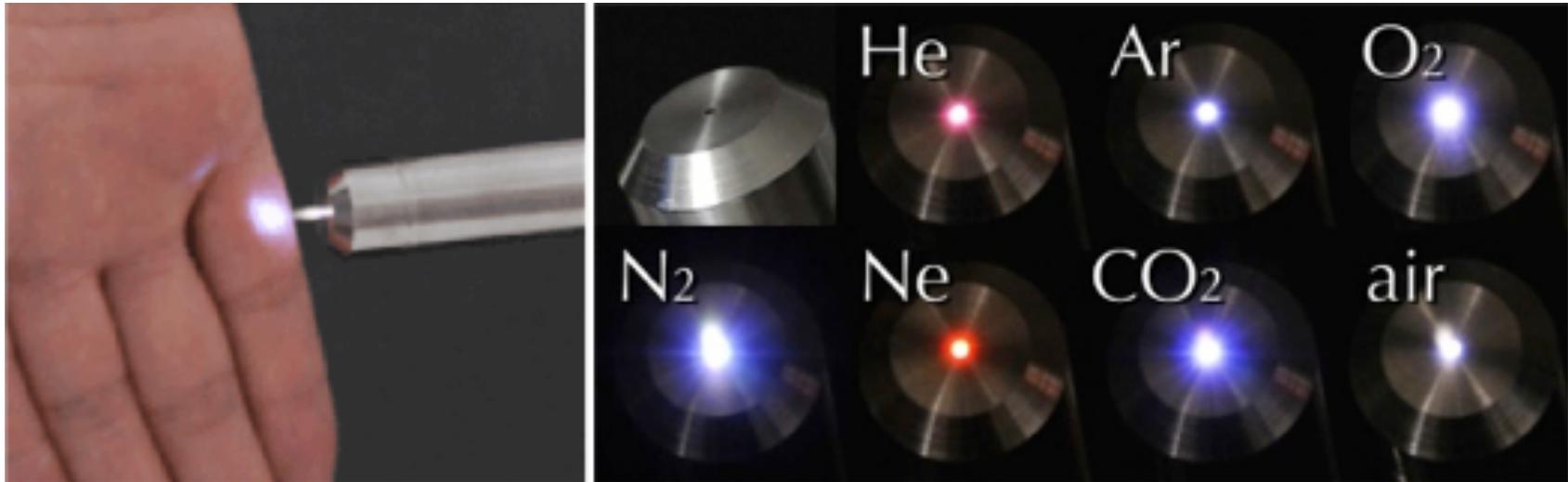


<https://fujitsu.recruiting.jp.fujitsu.com/project/post-8937/>

オートクレーブ

- 様々な細菌やウイルスに対して高い処理効果
- ✕ 熱や水に弱い素材
- ✕ 大型の素材



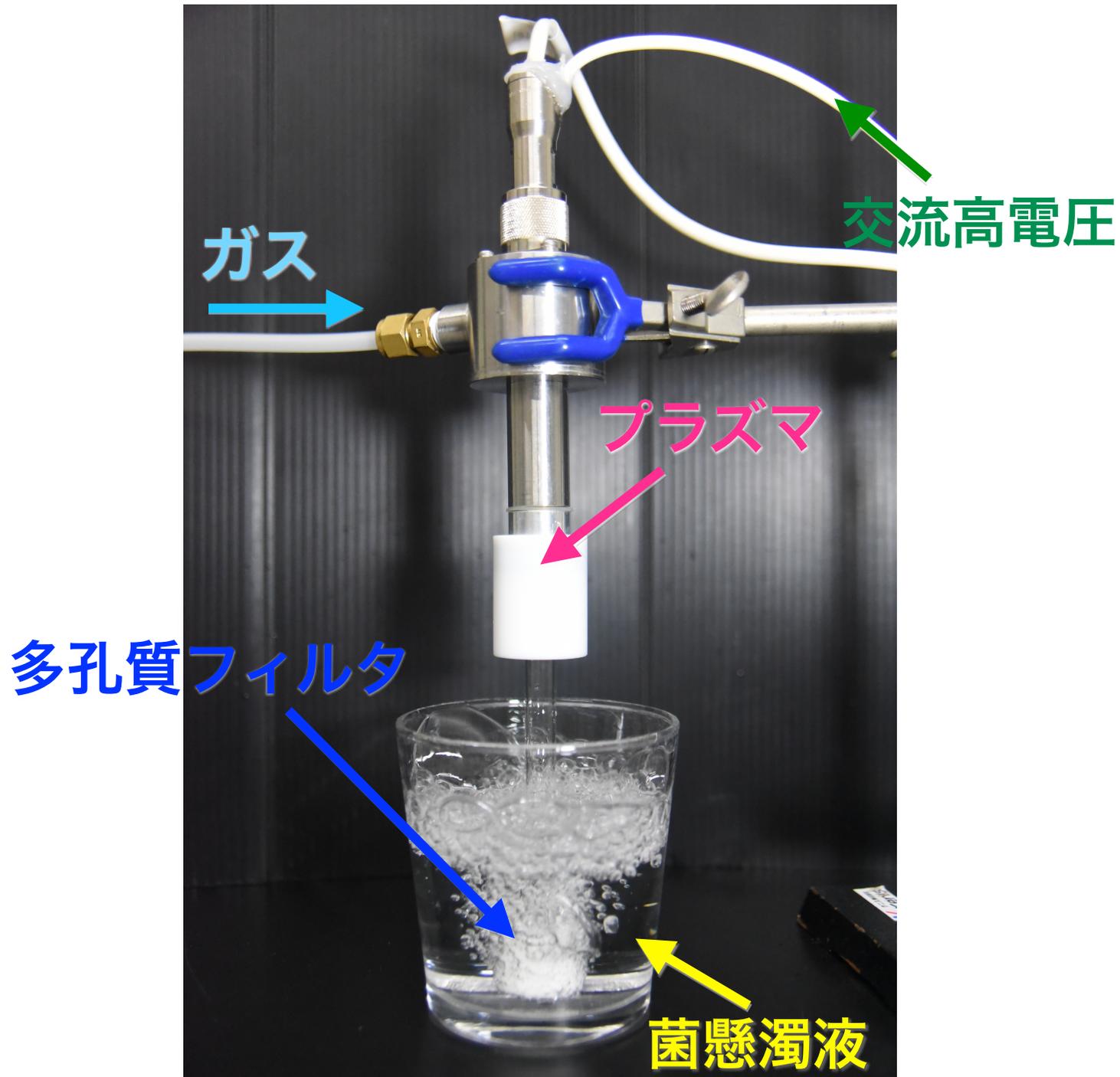


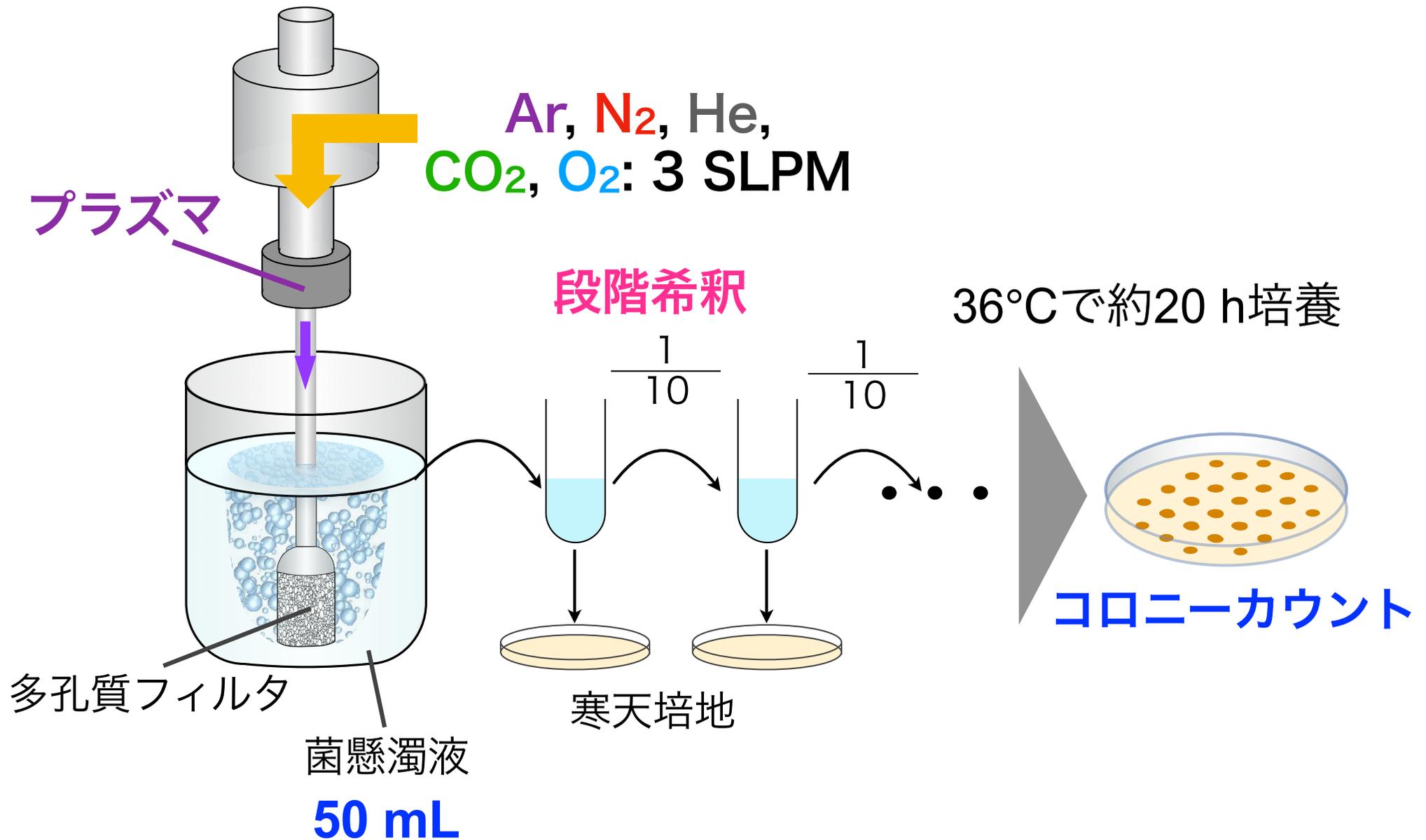
- 低温
- 非残留毒性
- 真空装置が不要

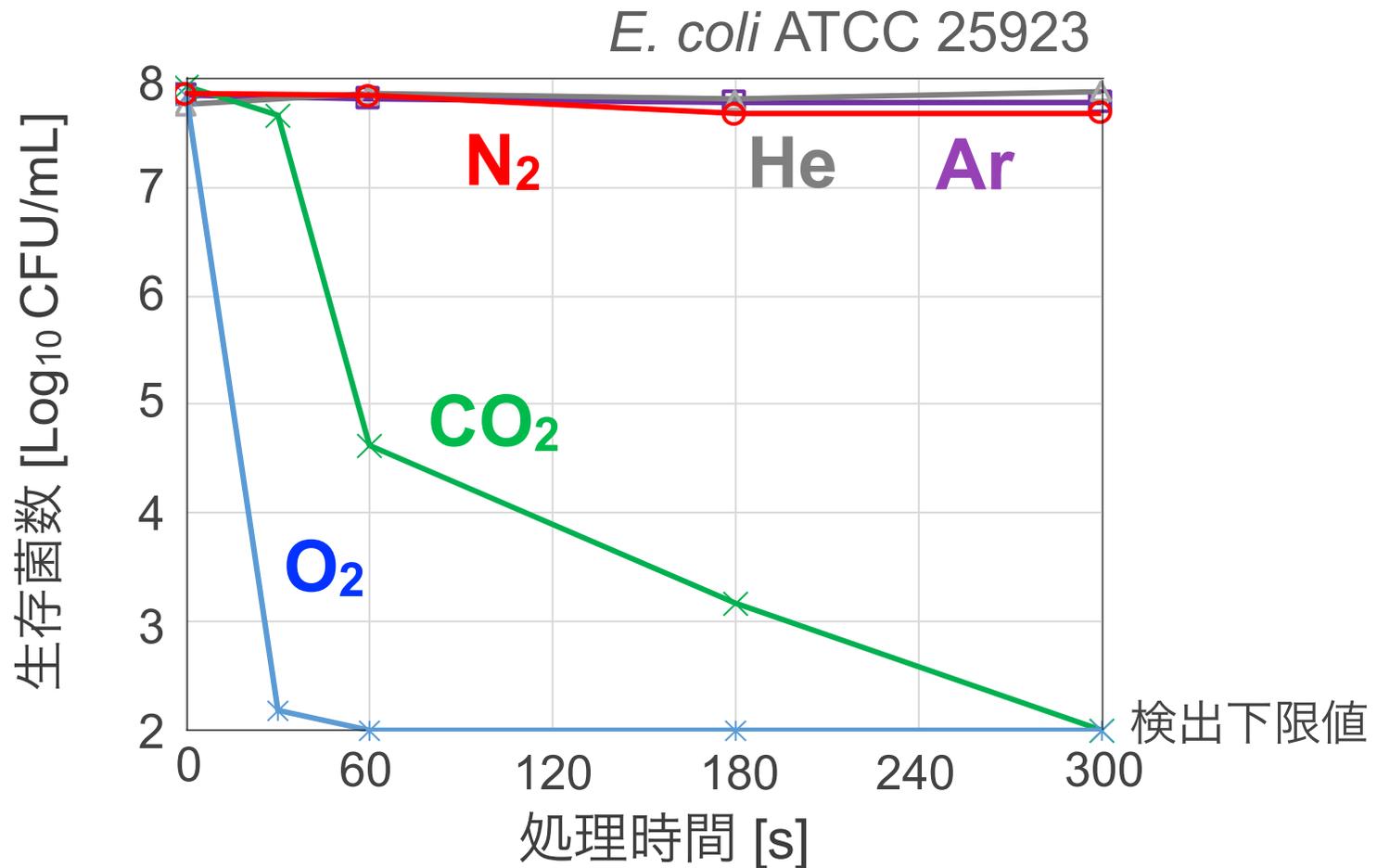


新たな殺菌手法として
注目されている

大気圧低温プラズマを用いた様々な方法で
殺菌実験を行ってきた

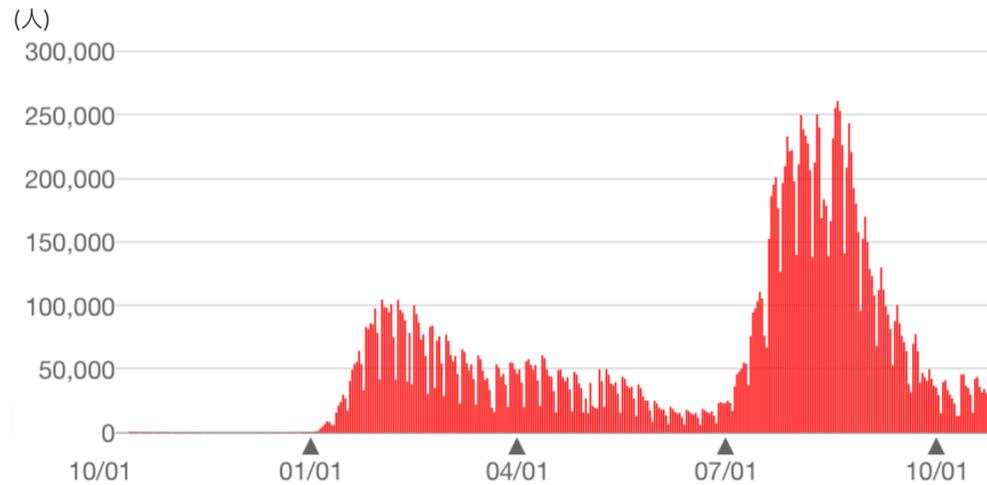






- N_2 , He, Ar プラズマでは殺菌効果は得られなかった
- O_2 , CO_2 プラズマでは高い殺菌効果を得られた
- 特に O_2 プラズマでは60秒の処理で生存菌数が検出下限値まで減少した

新型コロナウイルス感染者



https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000164708_00001.html



<https://news.yahoo.co.jp/polls/domestic/38463/result>

紙幣表面で最大**28日間**も生存

Shane Riddell, Sarah Goldie, Andrew Hill, Debbie Eagles and Trevor W.

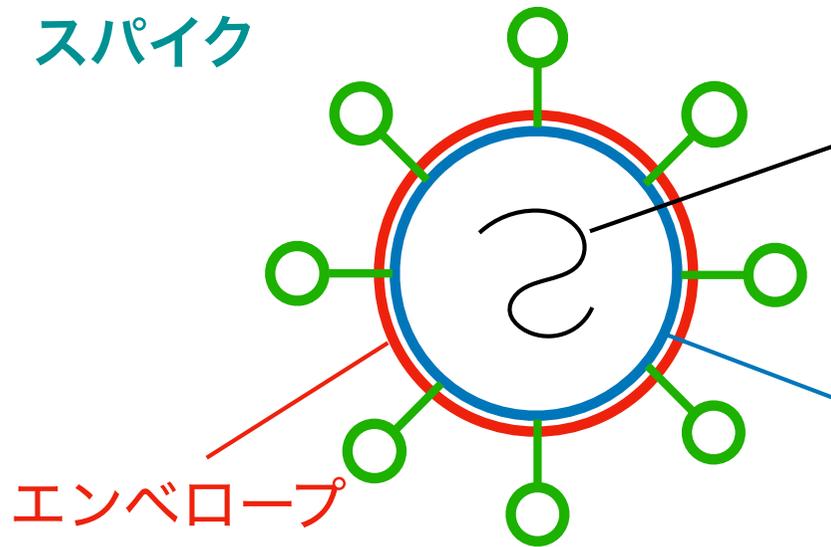
“The effect of temperature on persistence of SARS-CoV-2 on common surfaces”

Virology Journal, 2020; 17:145, pp. 1-7

本研究の目的

大気圧低温プラズマ処理による
ウイルス不活化効果の検証

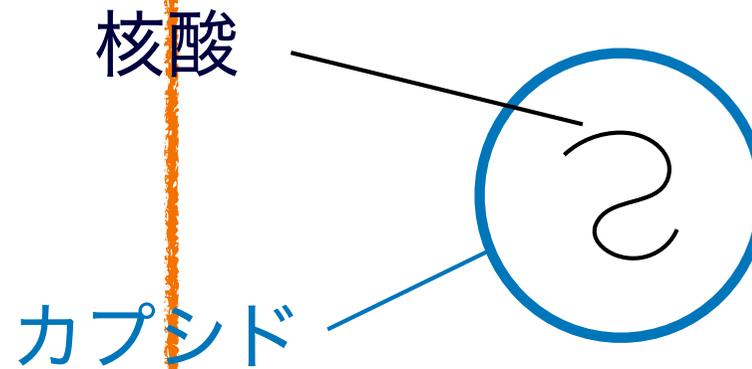
エンベロープウイルス



アルコールで不活化可能

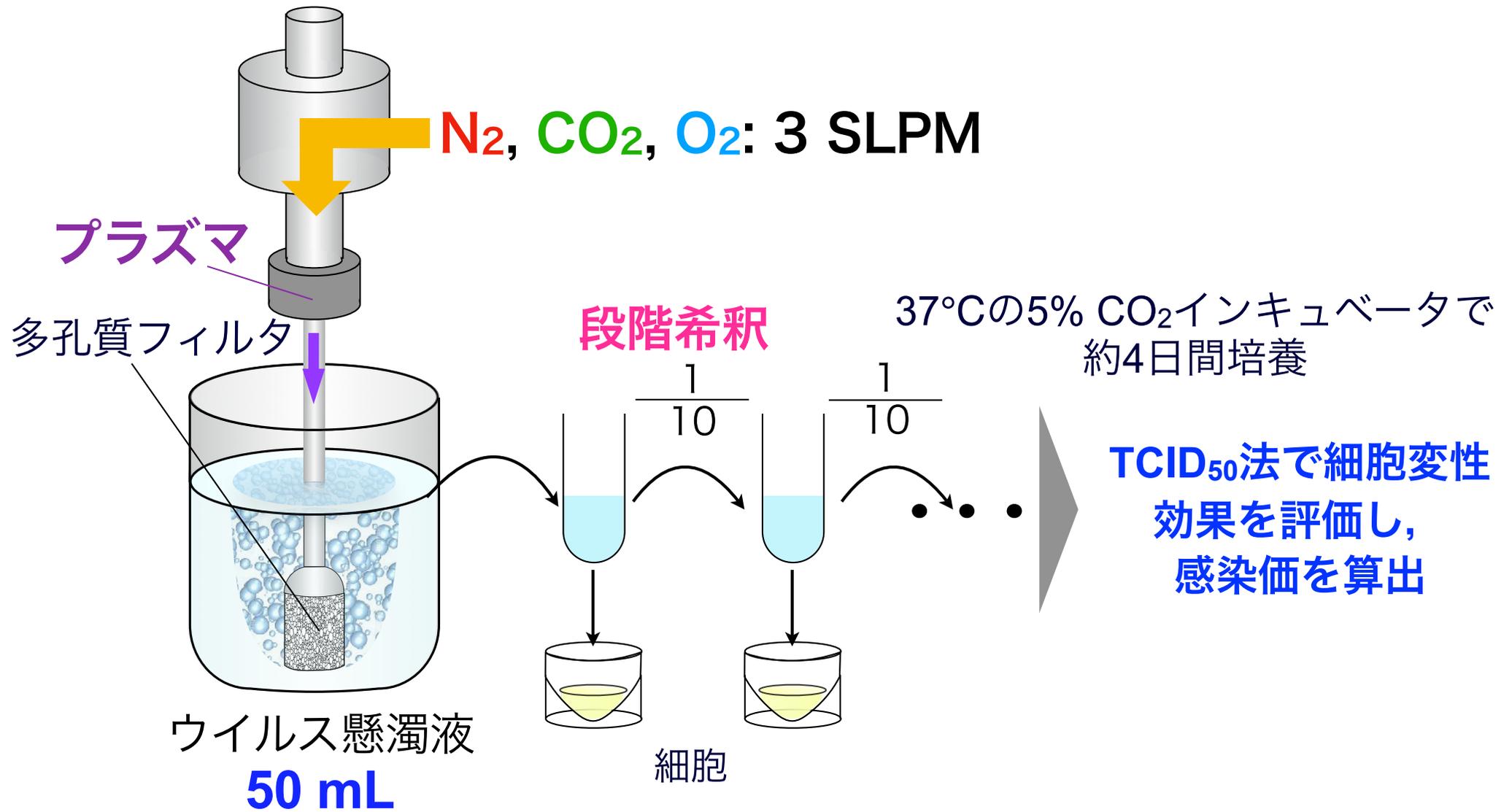
インフルエンザウイルス, ヘルペスウイルス, C型肝炎ウイルス,
新型コロナウイルス

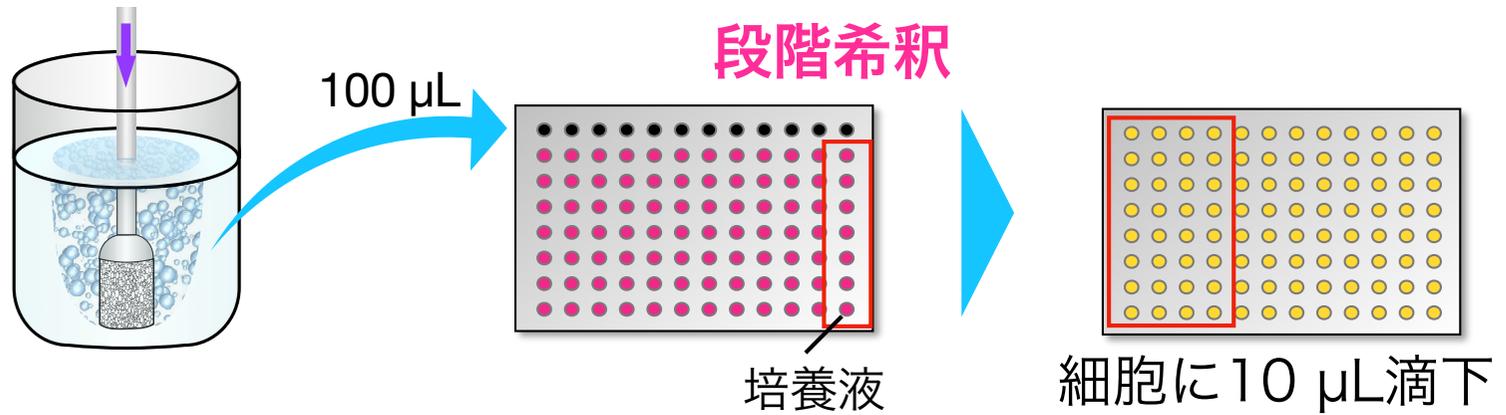
ノンエンベロープウイルス



オートクレーブを使用しないと
不活化できない

ノロウイルス, コクサッキーウ
イルス, ネコカリシウイルス,
アデノウイルス



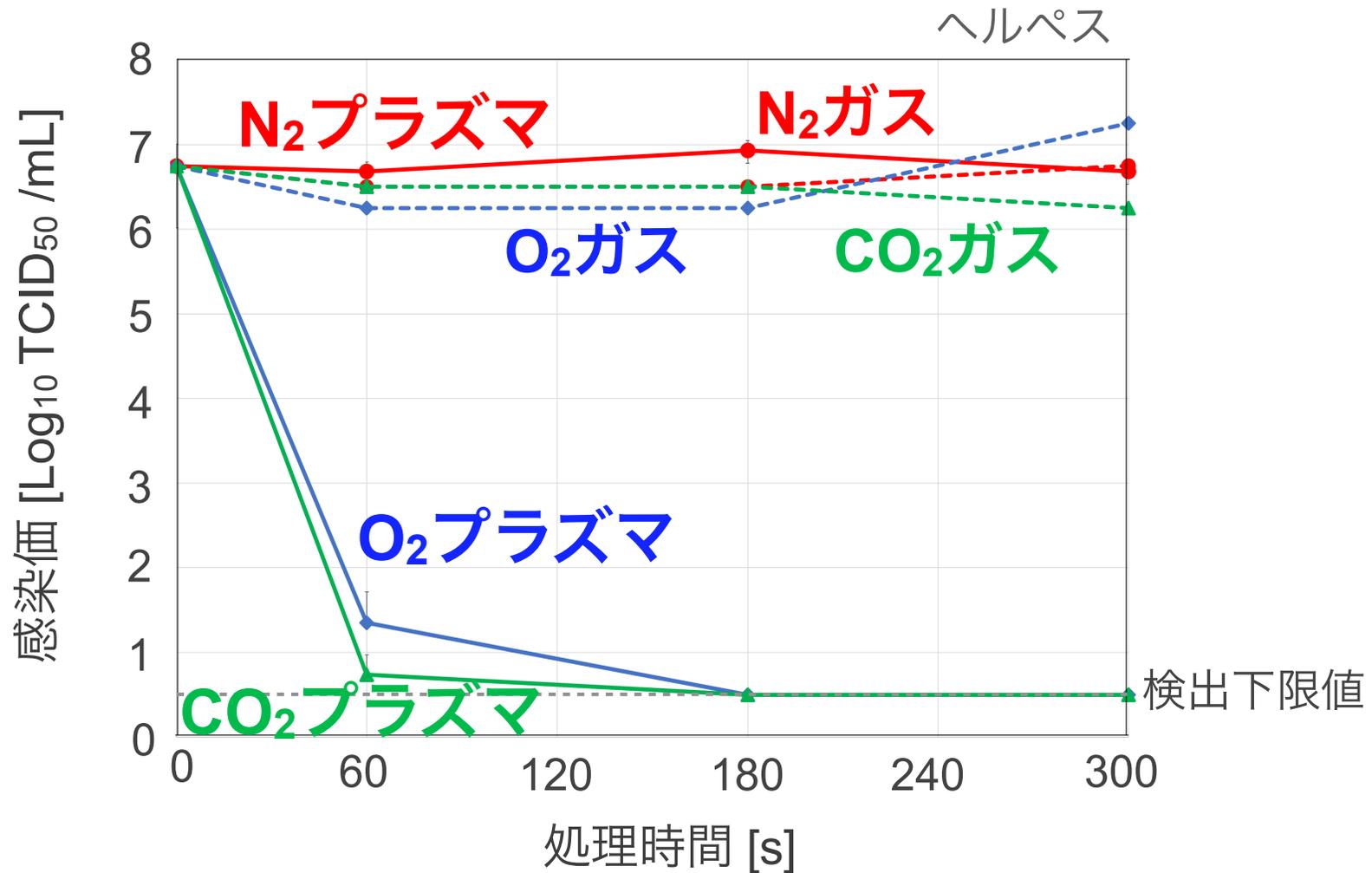


約4日後に電子顕微鏡を用いて細胞変性効果を評価し感染価を算出

well	1	2	3	4	希釈濃度	感染率
					$\times 10^0$	1
					$\times 10^1$	0.75
					$\times 10^2$	0.75
					$\times 10^3$	0.25
					$\times 10^4$	0
	⋮	⋮	⋮	⋮		
	⋮	⋮	⋮	⋮		
	⋮	⋮	⋮	⋮		

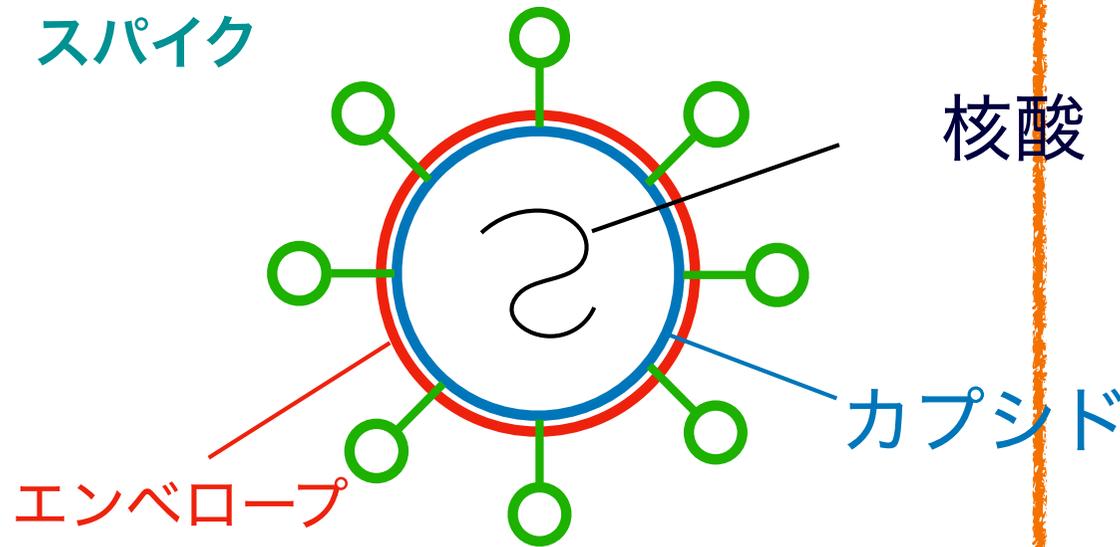
感染率の合計 2.75

$$\frac{10^{\text{感染率の合計} - 0.5}}{\text{回収液量 [mL]}} = \frac{10^{2.75 - 0.5}}{0.1} = 1778 \text{ [TCID}_{50}\text{/mL]}$$



- N₂プラズマやガス照射では不活化効果は得られなかった
- O₂, CO₂プラズマでは高い不活化効果が得られた

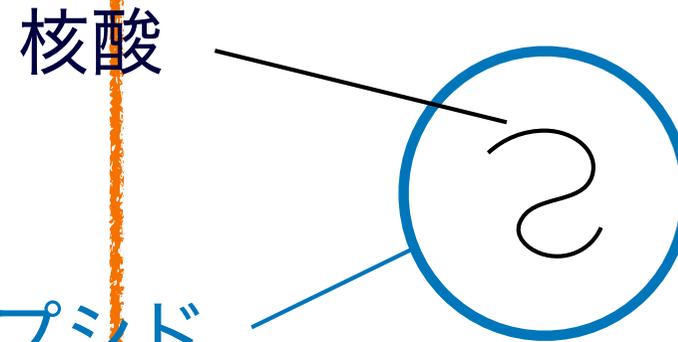
エンベロープウイルス



アルコールで不活化可能

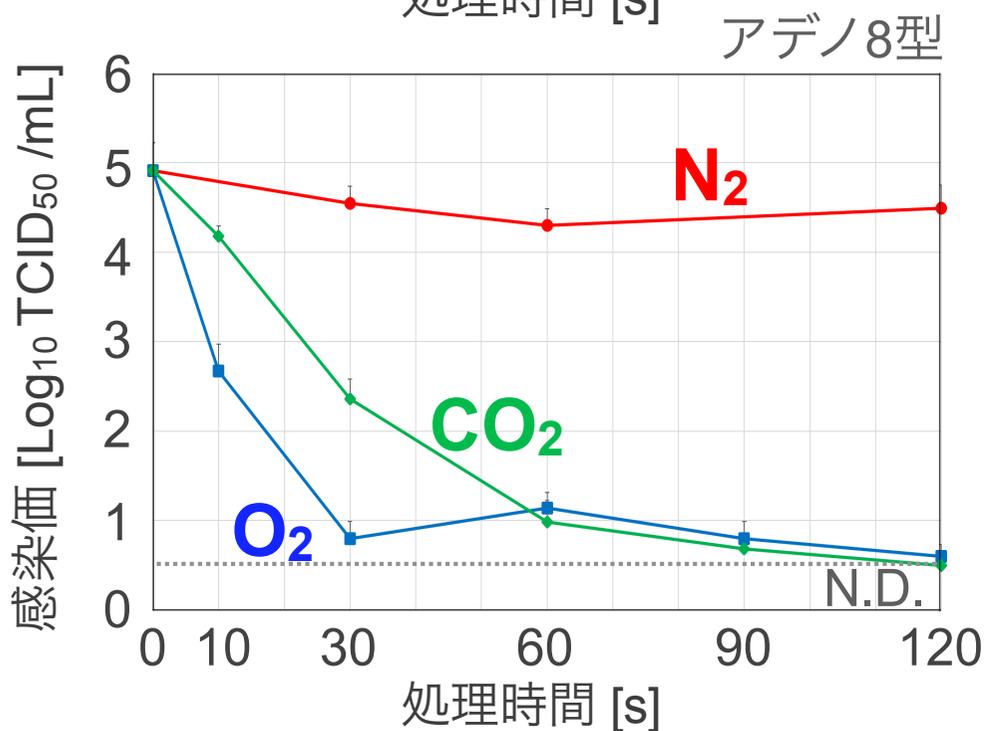
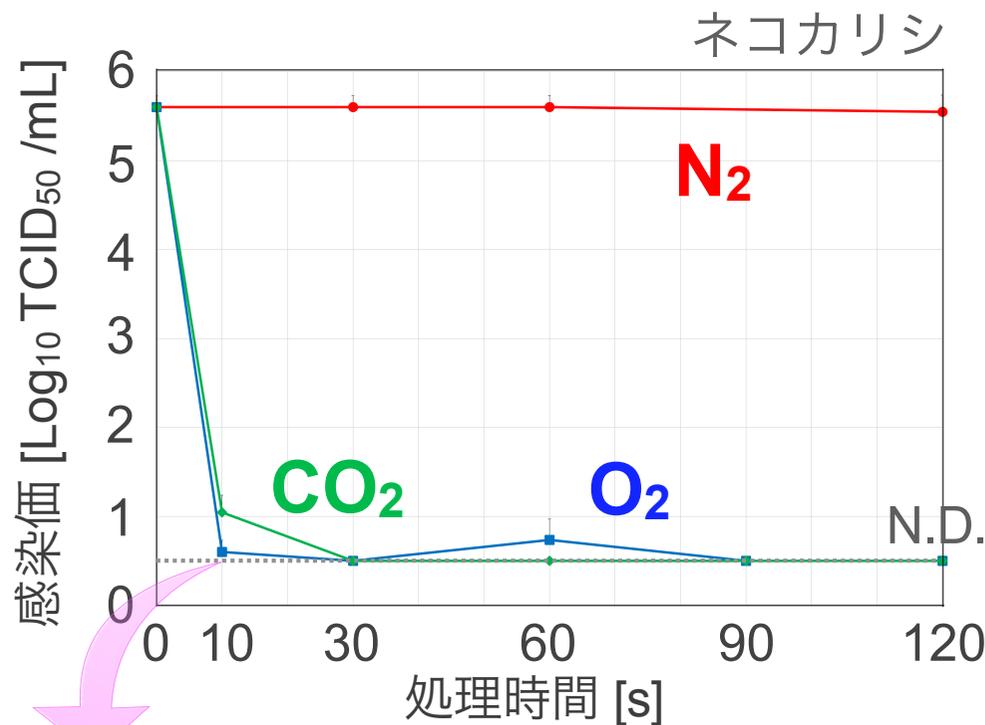
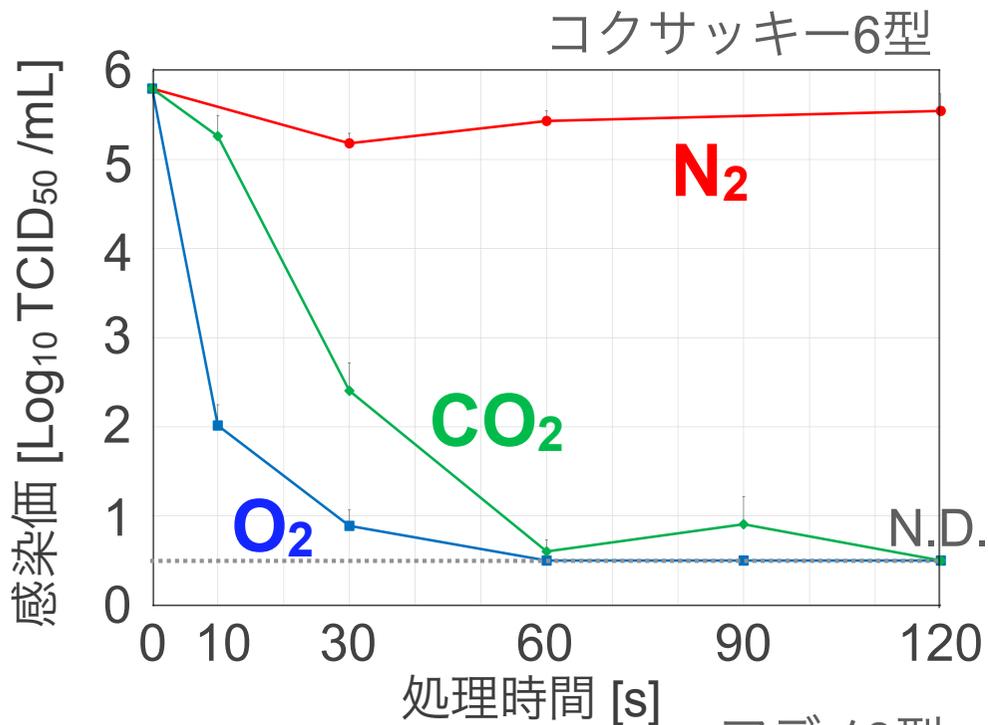
インフルエンザウイルス, ヘルペスウイルス, C型肝炎ウイルス,
新型コロナウイルス

ノンエンベロープウイルス



オートクレーブを使用しないと
不活化できない

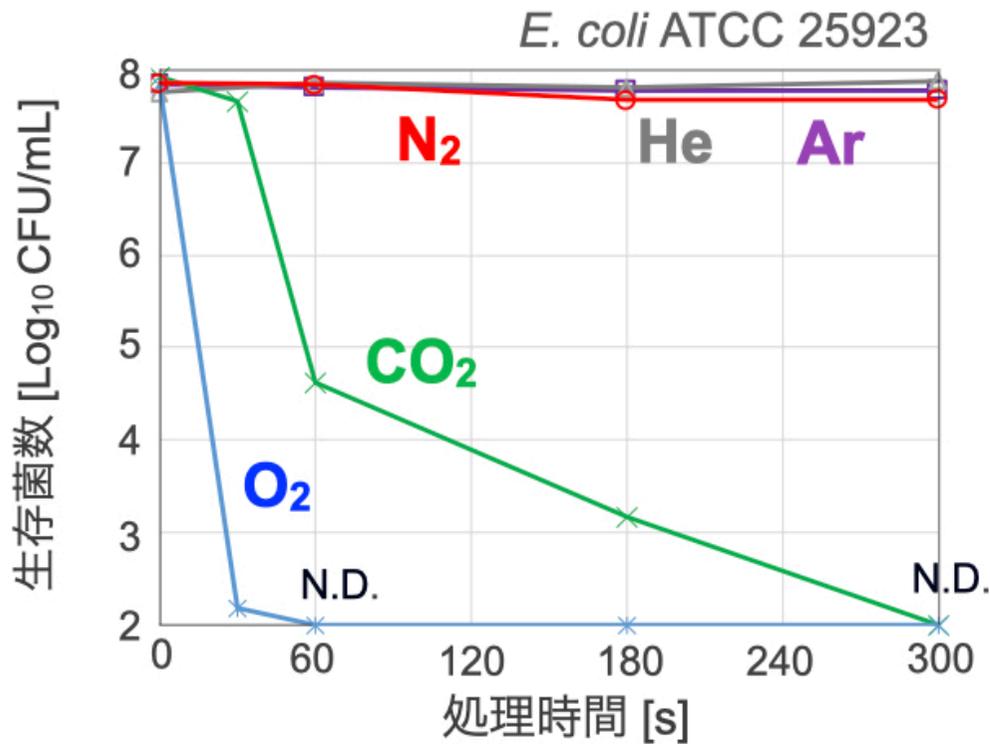
ノロウイルス, コクサッキーウ
イルス, ネコカリシウイルス,
アデノウイルス



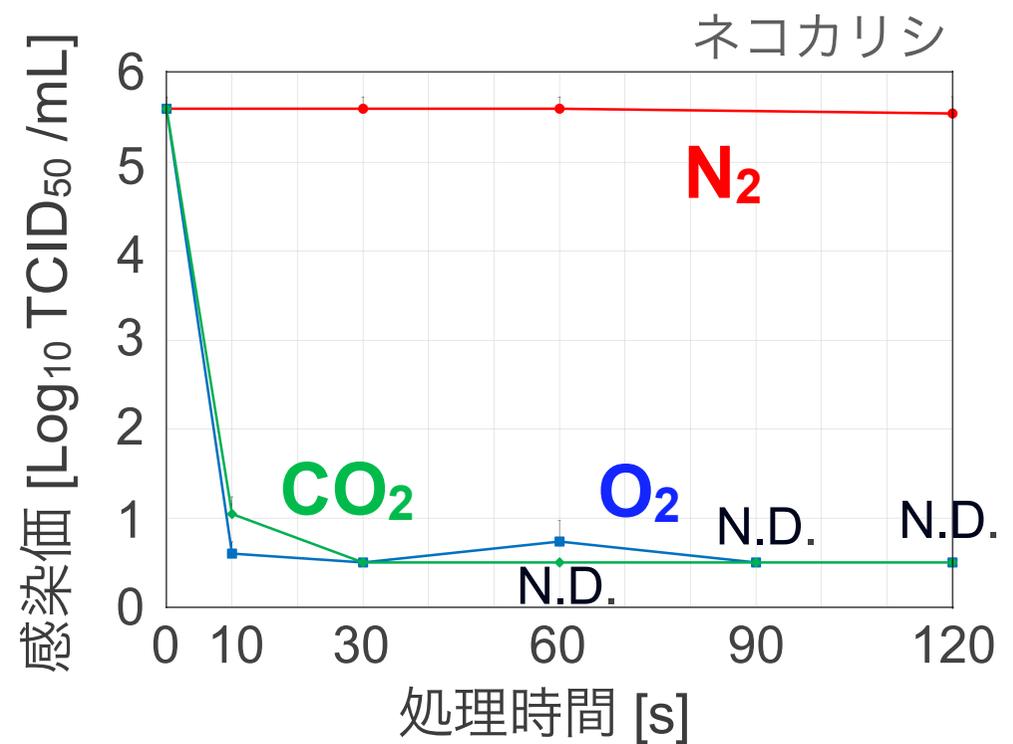
10秒で約5桁の不活化効果

- N₂ プラズマでは不活化効果なし
- O₂, CO₂ プラズマで高い不活化効果
- 10秒間の処理で感染価が最大約5桁減少

殺菌



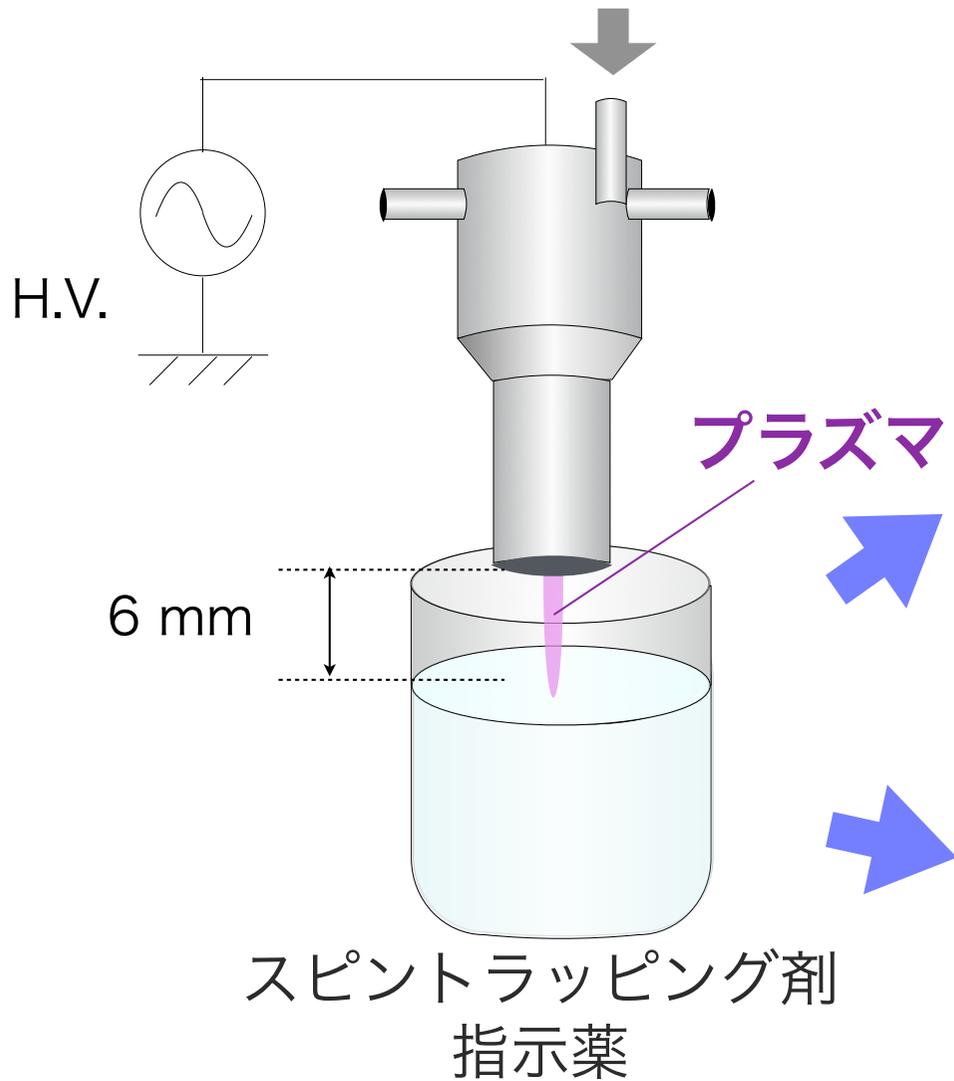
ウイルス不活化



殺菌・ウイルス不活化ともにO₂とCO₂プラズマで高い処理効果が得られた

同じ活性種が寄与している

Ar, N₂, Air, CO₂, O₂: 1 SLPM



電子スピン共鳴法

HO·: DMPO

¹O₂: TPC

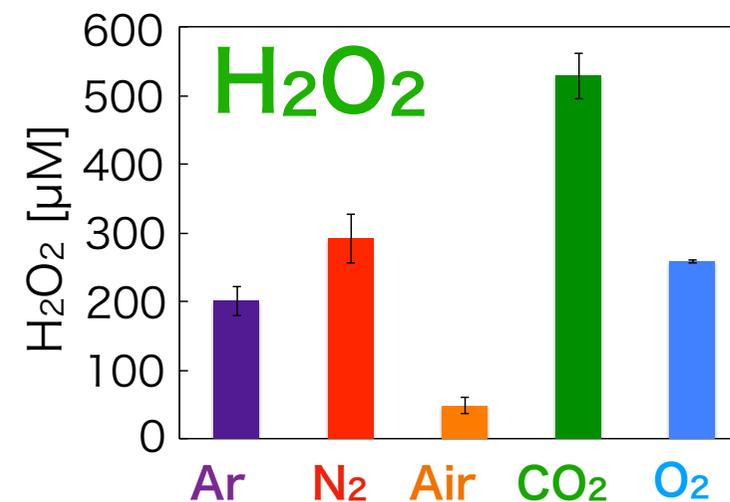
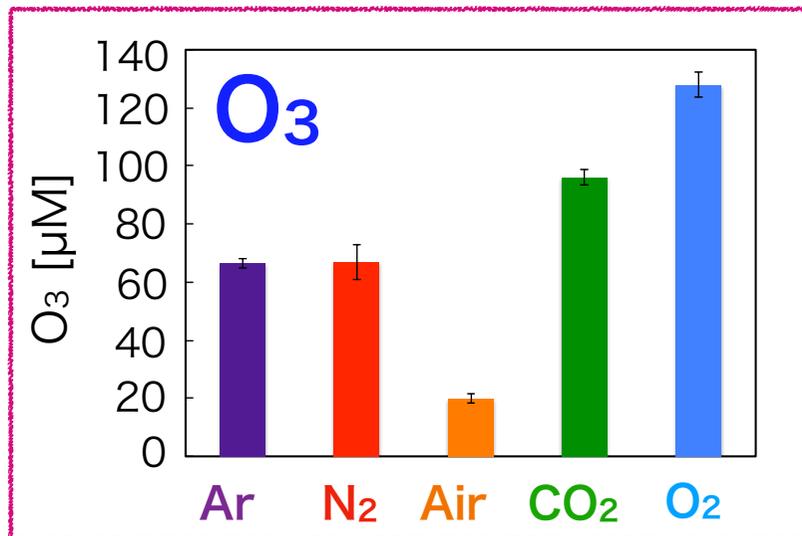
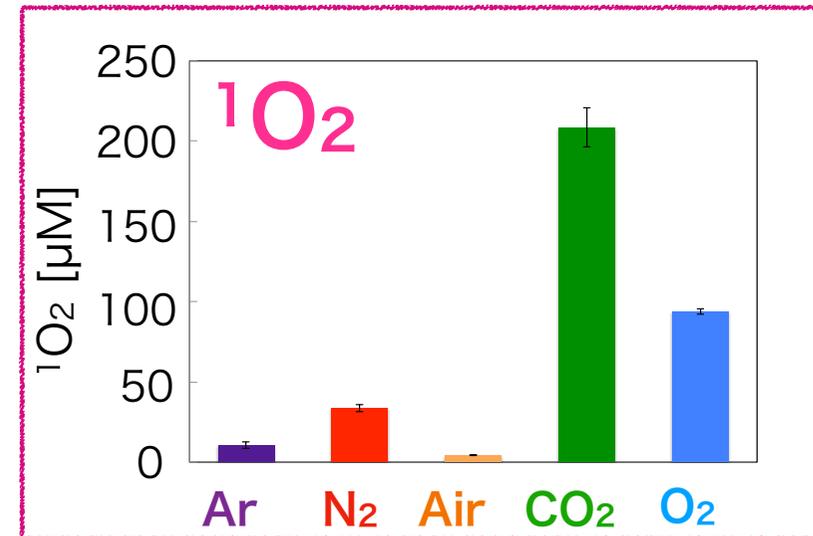
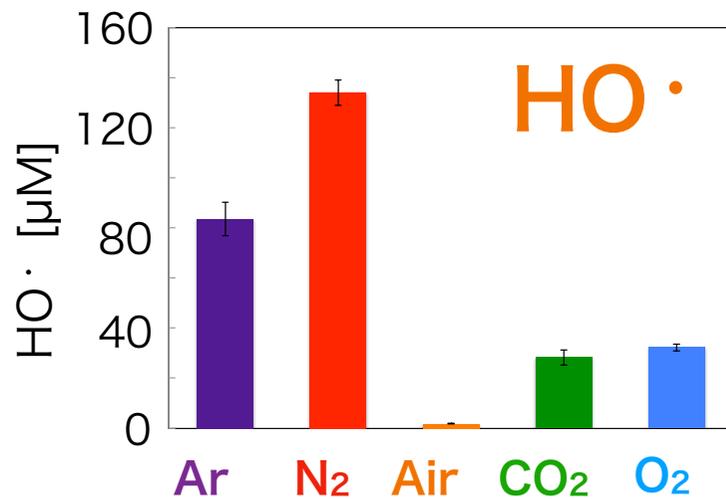


吸光光度法

O₃: インディゴ

H₂O₂: 硫酸チタニル





殺菌・ウイルス不活化には¹O₂, O₃が寄与

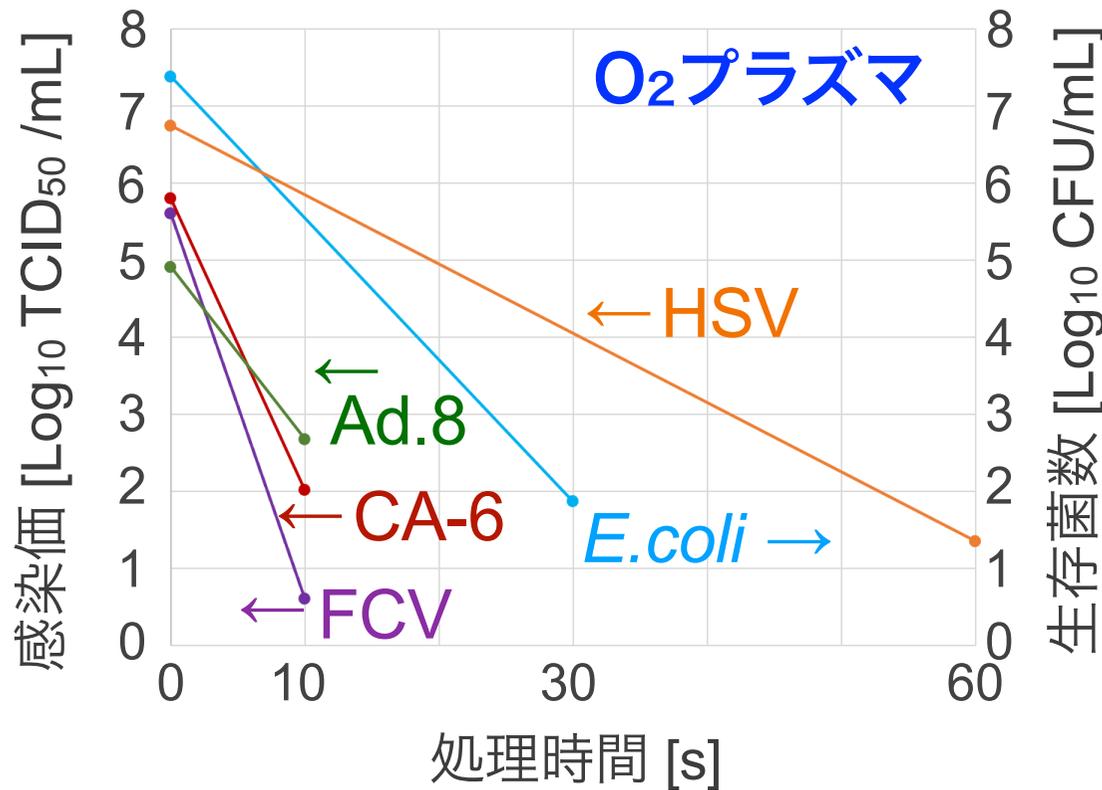
1分間に減少する
生存菌の桁数(BA値) = $\frac{\log_{10}(N_0 / N_1)}{t_1}$

t₁: 初期菌数から1/10以下になるまでの処理時間

N₀: 初期菌数・感染価

N₁: t₁における生存菌数

O₂プラズマのBA値



処理対象	BA値 [min ⁻¹]
<i>E.coli</i> (細菌)	11.02
HSV (エンベロープウイルス)	5.39
Ad.8 (ノンエンベロープウイルス)	13.42
CA-6 (ノンエンベロープウイルス)	22.70
FCV (ノンエンベロープウイルス)	30.00

☑ ノンエンベロープウイルスに対して非常に高い処理効果

- プラズマバブリング処理がノンエンベロープウイルスに対して有効な不活化手段である。
- O_2 と CO_2 プラズマで高い処理効果が得られた。
→ 1O_2 と O_3 が殺菌・ウイルス不活化に寄与したと考えられる。
- ノンエンベロープウイルスに対する O_2 プラズマバブリング処理では、エンベロープウイルスと同等以上の不活化効果が得られた。

今後の計画

- プラズマ処理によるウイルス不活化機序の詳細の検討
- プラズマ処理水(殺菌効果を持つ水)を用いてノンエンベロープウイルスに対する不活化効果の検証