

所属長	所属科長	事務(局/部)長
		

令和4年 3月17日

理事長 殿

学 長 殿

令和3年度“オール近大”新型コロナウイルス感染症  
対策支援プロジェクト研究報告書

- 標記の件に関しまして、別紙のとおり報告いたします。  
 また、本研究報告の内容は、近畿大学学術情報リポジトリ（KURepo）に公開する旨、承諾いたします。

1. カテゴリー	<input type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 開発・提案 / カテゴリーNo 51
2. 企画題目	水電極型静電集塵器の開発と浮遊病原体のモニタリング実験

研究代表者

所 属：薬学総合研究所

職・氏名：教授・角谷晃司



# 令和3年度“オール近大”新型コロナウイルス感染症 対策支援プロジェクト研究報告書

企画題目	水電極型静電集塵器の開発と浮遊病原体のモニタリング実験
研究者所属・氏名	研究代表者：薬学総合研究所 角谷 晃司 共同研究者：農・松田 克礼、農・野々村 照雄、先端技術研究所・瀧川 義浩

## 1. 研究、開発・提案 目的及び内容

浮遊するウイルスや細菌などの病原体を捕捉することは感染対策の重要課題である。申請者らが開発している水電極型静電集塵器は、空中の低分子の化合物やウイルスなど捕捉回収することを明らかにしており、家庭用の装置を試作することで新型コロナウイルスなどの感染症対策に適応できることを提案した。

## 2. 研究、開発・提案 経過及び成果

### 【水電極型静電集塵器の開発】

今回開発した水電極型静電集塵器は、釘にマイナスの電圧をかけると先端からコロナ放電が生じるコロナ放電生成装置 (corona discharge-generating apparatus; CDA) (図1) で、下部に設置している水がプラスに帯電し、「水電極」として活用できる。この装置は、釘から水電極側に向かってマイナスのイオン風が発生し、このイオン風に様々な物質が接触するとマイナス側に帯電するため、水電極に引き寄せられ、捕捉される。

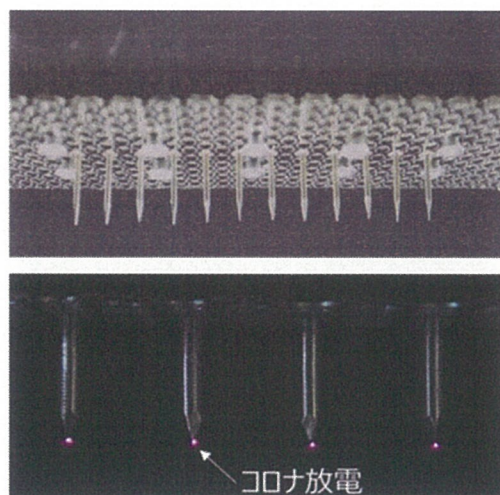
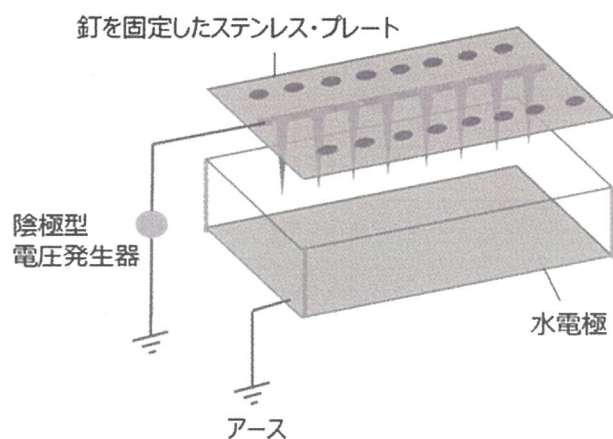
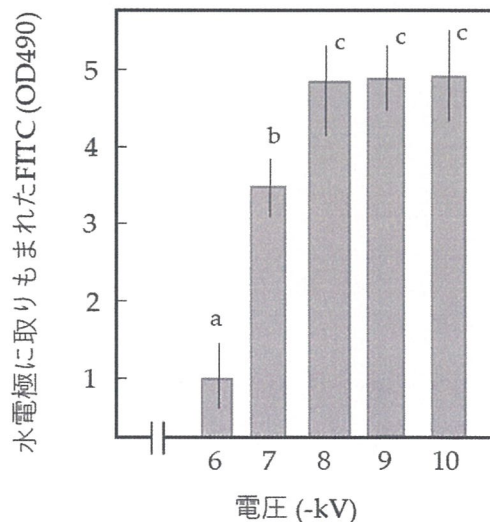


図1 水電極型静電集塵器の模式図

ウイルスの飛沫を想定し、吸入器で発生させたミスト状の粒子を装置に噴射したところ、釘側に-8kV以上の電圧を加えることで、ミスト粒子は効率的に水電極に取り込まれた。また、蛍光試薬である FITC 液をミスト化して装置に噴射したところ、電圧に比例して捕捉能力が高くなった (図2)。

図2 異なる電圧に印加した CDA の水電極に取り込まれた蛍光物質 FITC

FITC のミストを 30 秒間噴霧し、水電極に取り込まれた FITC 濃度を測定した。p < 0.05、統計処理は Tukey's 法で行った。



さらに、実際にバクテリオファージφ6（新型コロナウイルスに構造が類似したウイルス）を含む溶液を作製して、-3～-10 kVの範囲で帯電した装置にミストを噴射し、捕捉されたウイルス濃度を測定したところ、捕捉されたウイルス数は、電圧の増加に相関して段階的に増加し、-8kV以上の捕捉数はほぼ一定となり、CDAは-8kV以上で帯電により、ウイルス含有のミスト粒子を十分に捕捉できることが明らかとなった（表）。

表 CDA に回収したφ6 ウイルス粒子数

CDAに印加した電圧 (-kV)	浮遊させたウイルス濃度 (PFU/ml)		
	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>
3	0 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.4 <sup>a</sup>	195.2 ± 11.6 <sup>a</sup>
4	0 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.50 <sup>a</sup>	273.6 ± 15.8 <sup>b</sup>
5	0 <sup>a</sup>	5.0 ± 2.1 <sup>a</sup>	327.6 ± 27.9 <sup>b</sup>
6	0 <sup>a</sup>	22.4 ± 7.7 <sup>b</sup>	844.4 ± 88.0 <sup>c</sup>
7	1.4 ± 0.6 <sup>b</sup>	91.0 ± 18.9 <sup>c</sup>	1030.0 ± 84.5 <sup>c</sup>
8	1.5 ± 1.0 <sup>b</sup>	231.2 ± 26.4 <sup>d</sup>	1335.8 ± 81.4 <sup>d</sup>
9	1.2 ± 0.8 <sup>b</sup>	215.2 ± 13.7 <sup>d</sup>	1399.2 ± 62.3 <sup>d</sup>
10	1.4 ± 0.6 <sup>b</sup>	258.4 ± 55.6 <sup>d</sup>	1470.4 ± 42.4 <sup>d</sup>

異なる濃度φ6 ウイルス試料液を1分の間CDAに噴霧した。水電極に取り込まれたウイルス数を重層寒天法で測定した。それぞれ5回の試験を実施し、 $p < 0.05$ 、統計処理はTukey's法で行った。

#### 【水電極型静電集塵器の試作・検証】

水電極型静電集塵器については、園田製作所、トワロン株式会社、アース環境サービス株式会社および大阪府立環境農林水産総合研究所の協力のもと、ほぼ完成に近い試作器を作製した。試作にあたり、コロナ放電生成に使用する釘や固定プレート材質については、安価な銅板を使用した。コロナ放電により水電極側の金属が電気分解し、銅成分が水に溶出したことから、金属についてステンレスの素材が適していた。電圧装置については、これまで、-10kVの出力で実施していたが、アース側を+5kV、放電側を-5kVにすることで、同等の電場環境にすることができ、これを最適条件とした。また、浮遊物質はイオン風を使用して取り込まれるが、装置から離れた空気を引く寄せるため、軸流ファンを設置した。全体的な装置の形状は、絶縁性の高い素材を使用し、安定でコンパクトな形状とした（図3）。

実際装置を作動させたところ、良好な取り込みであったが、放電による水電極側の水の減少が問題となり、自動給水できる新たなパーツの取り付けが課題となった。

取り込まれた水表面には膜状の物質が確認され、また、水中の微生物については、現在解析を進めている。

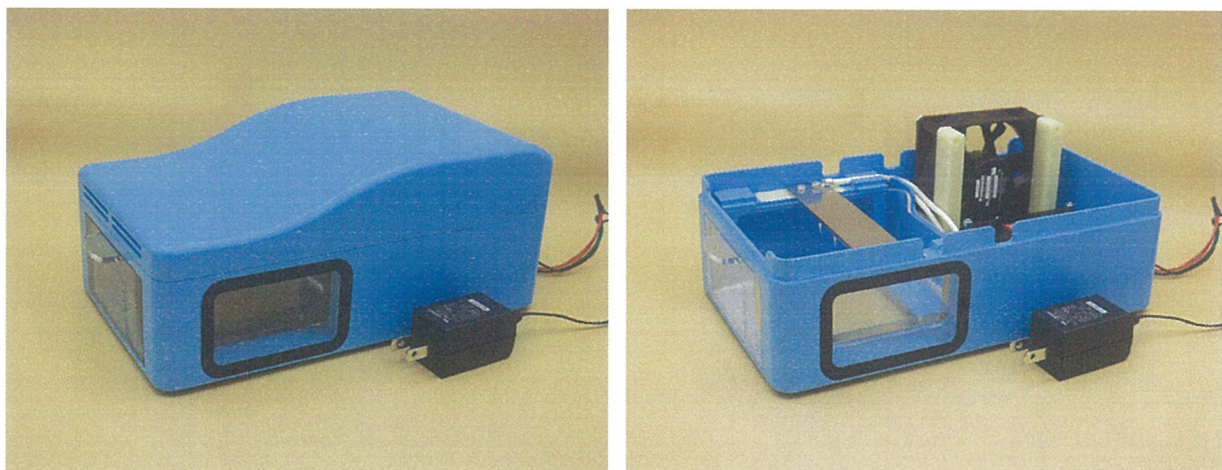


図3 水電極型静電集塵器の試作器

### 3. 本研究と関連した今後の研究、開発・提案 計画

今回開発した水電極型静電集塵器は、さまざまな細菌性（ジフテリア、百日咳、髄膜炎、疫病、肺炎）、ウイルス性（インフルエンザ、髄膜炎、おたふく風疹、肺炎）、および飛沫感染によって引き起こされるマイコプラズマ病の病原体や新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）に適用できることを示唆している。また、環境汚染の原因となるホルムアルデヒドやアンモニアなども捕集できることから、家庭、病院、薬局、スポーツジム、カラオケ店、レストラン、会議室、教室など、空気清浄機としての使用適応範囲は広いと考えられる。

### 4. 研究成果の発表等

発表機関名	種類（著書・雑誌・口頭）	発表年月日(予定を含む)
International Journal of Environmental Research and Public Health	雑誌	2021年5月6日
ニュートン別冊 近畿大学大解剖 vol.2	雑誌	2021年7月27日
第71回 日本薬学会関西支部総会・大会（大阪）	口頭	2021年10月9日
空気処理装置及びその処理方法捕捉装置(特願 2021-195456)	特許	2021年12月1日

### 5. 研究、開発・提案 課題の成果発表等

#### 新聞メディアの報道

「静電ブラインド」産学連携で開発 鉄鋼新聞、2021年5月19日

近畿大など、静電ブラインドの試験販売を開始 電気新聞、2021年5月20日

静電気で花粉99%カット 日刊工業、2021年5月24日

PM2.5 侵入抑える「静電ブラインド」試験販売 日本物流新聞、2021年5月30日

朝日新聞、2021年6月6日

飛沫で浮遊するウイルスを水に回収、除菌に成功 読売新聞、2021年8月27日

#### KINDAI PICKS の掲載

新型コロナウイルス対策の換気による PM2.5 や花粉等の被害を抑制 「静電ブラインド」の試験販売を開始 NEWS RELEASE、2021年5月17日

世界初！飛沫で浮遊するウイルスを水に回収、殺菌に成功 除菌機能をもつ空気清浄機やウイルス量モニタリングへの応用に期待 NEWS RELEASE、2021年6月7日

『ニュートン別冊 近畿大学大解剖 vol.2』 7月27日（火）発行 近畿大学全6キャンパス、理系9学部の最新研究を紹介 NEWS RELEASE、2021年7月21日