

令和2年3月18日

平成30年度杉山産業化学研究所研究活動助成の報告書

代表者名 古澤 毅

宇都宮大学 大学院工学研究科 物質環境化学専攻 准教授

宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部

共同研究者

有限会社マロニエ技術研究所 代表取締役 中井俊一

有限会社マロニエ技術研究所 取締役 吉成 誠

研究課題

酸化チタン光触媒を用いた除菌空気清浄機の事業化研究

私達は数年前から一貫して酸化チタン光触媒を用いたフィルターレス除菌空気清浄機を開発してきている。酸化チタンは日本製鉄株式会社と共同で開発してきたエコチターニャで、厚み 0.16 mm のチタン板の表面を陽極酸化法で酸化させ、更にその表面を特殊処理した酸化チタン板である。この製法は R to R 法で製造されており量産が可能である。また、チタン板の表面処理面により 100% 活性な酸化チタン層となっている。これらの酸化チタン板の中で、柔軟で取扱易い厚みが 0.16 mm を使用し、RA-01 (乗用車用除菌空気清浄機)、RA-01T (ワンボックスカー用除菌空気清浄機)、RA-02 (家庭用除菌空気清浄機)、RA-04 (医療機関向け業務用除菌空気清浄機) を試作開発してきた。一方、フィルターレスも一貫して検討してきた。すなわち、従来のフィルター方式ではフィルター交換のコストがかかり、フィルター自体が細菌・カビ・ウィルスの温床ともなり、更に、汚染物質を空气中に拡散する可能性がある定期的なフィルター交換が必須であることから、このようなフィルターを使用しない安価な除菌空気清浄機が望まれてきた。実際のフィルター方式の市販空気清浄機ではこのフィルターで種々の汚染分子や細菌、カビ、ウィルス等の病原菌を捉えて空気を洗浄していることから、フィルターレス化は不可能であった。すなわち、従来のフィルター方式はフィルターでこれらの病原菌を捕縛することであった。更に、一部の市販の空気清浄機では有害オゾンが発生し、オゾンで細菌やウィルスを失活させていることも事実である<sup>1),2)</sup>。オゾンは非常に活性であり、細胞を破壊したり突然変異を起こしたりする危険な酸化ガスであり、特に成長期の乳幼児には極めて危険であることは明白である。そこでオゾンが発生しない空気清浄機が望まれていた。私達の光酸化触媒方式ではオゾンの発生が無く、光触媒効果で病原菌そのものを失活・撲滅・分解させていることが分かった。そこで、私達はオゾン発生のないフィルターレス構想のもとで、従来に無い新しい除菌空気清浄機を開発してきた<sup>3)</sup>。私達の試作機の基本構成は次の通りである。すなわち、検討した試作機の基本構成は円筒状の筒(塩ビ筒やアルミ筒)に前述の厚み 0.16 mm の板状酸化チタン板を丸めて挿入し筒の内周に沿って這わせている。図 1 に出願済(特願 2017-1336661)の除菌空気清浄機内部構造を示す<sup>4)</sup>。

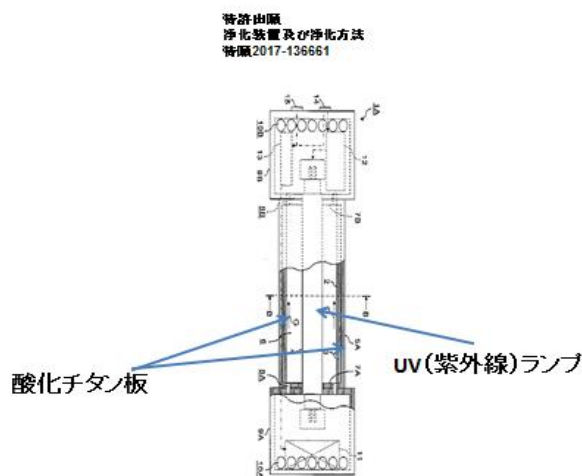


図 1 除菌空気清浄機の筒状内部構造

一方、図 2 に除菌空気清浄機の作動原理説明図を示す。すなわち、この筒の真中に設置した紫外線ランプ(UV-C)から光を発すると酸化チタン上面で光触媒効果が発揮される。そこに下部からモーターファンにより上部へ汚染された VOC(揮発性有機化合物)ガスやウィルス、細菌類を含有する汚染空気が送られてくるとその酸化チタン表面で光触媒による強力な分解

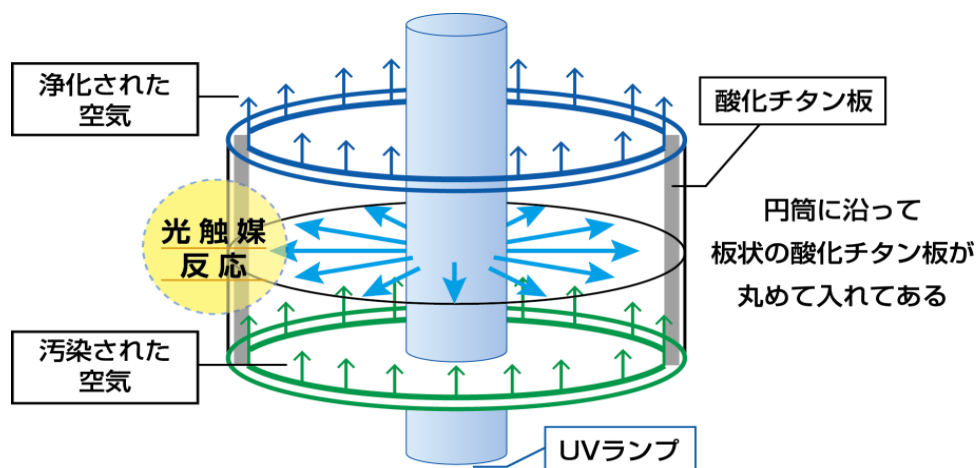


図 2 除菌空気清浄機の作動原理説明図

・失活が生じることになる。その結果、上部から浄化された空気が排出されることになる。このように密閉した車中や家の中で、上記装置を稼働させることで密閉空間の空気が浄化されることになる。ポイントは酸化チタン板上で分解・失活が生じるような内壁に沿った空気の流れを如何につくるかである。さらに中心から発せられた紫外線が酸化チタン膜に到達するとともに今度は逆に反対側に反射光が当たる。なぜなら酸化チタン表面は特殊処理済であり結晶の大きさも種々であることから乱反射が生じ、筒中心のランプの光が最大限生かされ、利用効率が最大となる。この数年間で開発試作した除菌空気清浄機及びその特性を下記に示す。図 3 は車載用除菌空気清浄機 RA-01 の写真、図 4 は家庭用除菌空気清浄機 RA-02 試作機写真、図 5 は RA-02 の脱臭性能、図 6 は医療機関向けの除菌空気清浄機 RA-04 の写真、図 7 は RA-04 の脱臭性能、図 8 は RA-04 のインフルエンザ A 型の失活効果である。



図 3 乗用車用除菌空気清浄機 RA-01(高さ 180 mm、径 70 mm φ,UV-C4W1 本)



図 4 家庭用除菌空気清浄機 RA-02 試作機写真  
(高さ 400 mm、径 90 mm φ、UV-C10W1 本)

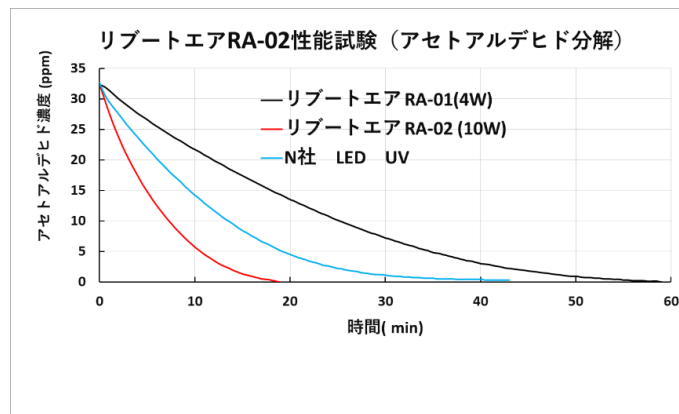


図 5 RA-01 及び RA-02 の脱臭性能 (0.06 m<sup>3</sup>)



図 6 医療機関向け業務用空気清浄機 RA-04  
(高さ 680 mm、幅 315 mm、奥行 220 mm、重さ 16Kg, UV-C 20W2 本)

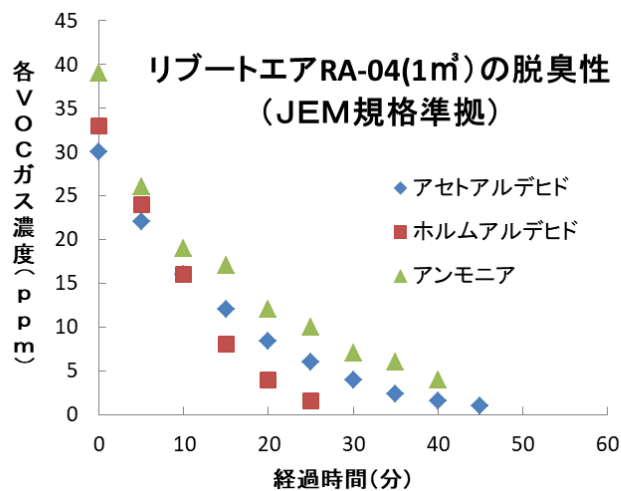


図7 RA-04 の脱臭性

図5及び図7に示すように、私達の除菌空気清浄機は脱臭性能が非常に良好である。一方、除菌やウイルス失活の効果に関しても、図8に示すように、十分に効果ありという結果であった。

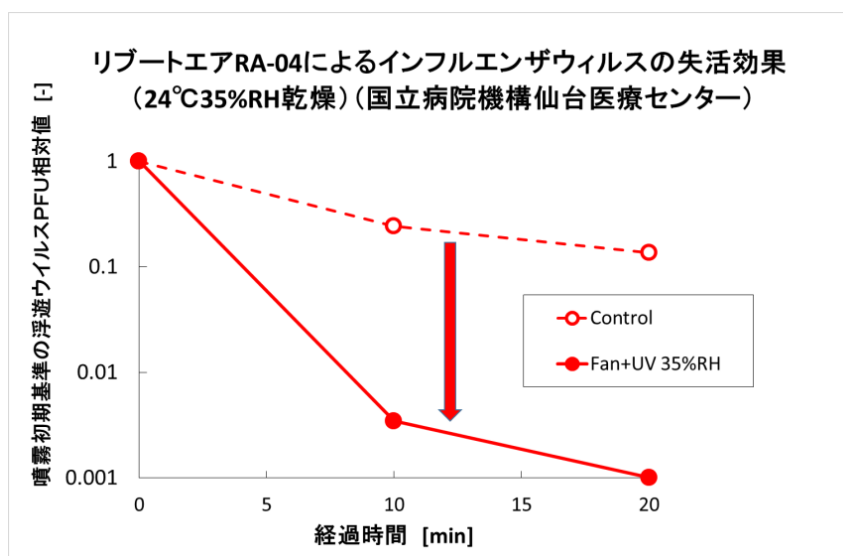


図8 RA-04 のインフルエンザ A 型の失活効果

現在、これらの試作機のうち、ワンボックスカー車載用RA-01T及び医療機関向業務用除菌空気清浄機RA-04の商品化に注力し、その性能把握に努めており、今年4月から5月頃までに数台の試作機を製作するとともに、今年夏までには数百を試作し、種々の病院、介護施設、食品製造工場等にモニターとして供給し、その効果を明確にし、実際のユーザーの声を確認する予定である。

### 明らかとなった除菌空気清浄機リポートエア RA-01、RA-02、RA-04 の特長

- 乾燥状態(24℃35%RH)でもインフルエンザウィルスの失活効果が確認されている。
- 加湿を必要としない新規な空気清浄機である。
- ホルムアルデヒドやアセトアルデヒド等の VOC ガスも直接に分解除去できる。
- 有害オゾンの発生が無い。
- フィルター交換の必要性が無く、省エネ社会に貢献できる。
- 酸化チタン光触媒板に性能劣化が無く、寿命は半永久的である。

対象分野として自動車関連、医療施設・介護福祉施設、保育分野、食品工場・食品加工分野が期待される。このような医療機関向け試作機の間近な完成を踏まえて、今後、次の課題として、再度原点に戻って、車載用 RA-01 に着目し、更なる改善・改良を行い、RA-01T という高性能の優れた静かなワンボックスカー用、或いは携帯型で小部屋用にも使用可能な機種を開発し、現在、市場開拓用の試作機を製造しモニターする段階に至っている。更に、自動車関連企業に、もっと活発な、例えば、従来の据え置き型ではなく、車の冷暖房の装置への組み込みも提案したいと考えている。更に、基本はあくまでも形状が円筒状であること、それを2個口にしたものが RA-01T であり、今後、従来の真空管方式の UV-C ランプではなく、LED を貼り合わせることで装置全体を減容化することも可能であり、いずれはこの方向で検討する。現在、UV-C ランプ故に、どうしてもランプの長さで装置の大きさが決まる。例えば、RA-01 では 4W の長さ 14cm のランプを使用している。RA-02 では 10W の長さ 33cm のランプ 1 個、RA-04 では 20W の長さ 58cm のランプ 2 個を使用している。このように、UV-C ランプの長さで除菌空気清浄機の大きさが決まるからである。しかし、LED を使用することで更なる減容が期待できる。このようなアイデアを出し合って、今後、新規な車載用除菌空気清浄機を開発していきたい。

### 参考文献

- 1) 西村秀一、感染症学雑誌、第 85 巻、第 5 号、537 (2011)
- 2) 西村秀一、感染症学雑誌、第 86 巻、第 6 号、723 (2012)
- 3) 中井俊一、吉成 誠、柏倉隆之 技術情報協会誌 2018 年 11 月発刊  
「臭いの測定法と消臭・脱臭技術 事例集」P.198
- 4) 中井俊一、吉成誠、特願 2017-136661、浄化装置及び浄化方法