

課題番号 76

N99 規格の感染予防能力をもつ電子マスクの開発

[1] 組織

代表者：磯山 隆

(杏林大学・保健学部・臨床工学科)

対応者：山家 智之

(東北大学加齢医学研究所)

分担者：

原 伸太郎 (東京女子医科大学)

小林 博子 (杏林大学・保健学部)

小野 俊哉 (東京大学・大学院医学系研究科)

遠山 貴博 (アイシン精機株式会社)

研究費：物件費 10 万円，旅費 0 円

[2] 研究経過

新型コロナウイルスの変異株として蔓延したオミクロン株は毒性は低いとされるが感染力が非常に高く、患者や濃厚接触者と接する医療従事者は感染リスクにさらされており、感染力が高いウイルスに対抗するためには現状の N95 マスクより強力な N99 規格のマスクを使用すべき状況であるが、N99 規格マスクは密閉度が高いために息苦しいなどの装着感に課題を有する。

本研究課題では、紫外線やイオンを発生する電子デバイスをを用いた吸気清浄装置を提案し電子マスクと名付けて研究開発を進め、加齢研山家研究室と設計や評価方法について議論を重ねて電子マスクで N99 規格を達成することを目的として研究を行った。

以下、研究活動状況の概要を記す。

令和2年度に貴研究所の新型コロナウイルス感染症対策の共同利用・共同研究において「不足する N95 マスクを代替可能なウイルス不活化電子マスクの設計試作」として共同研究を開始し、深紫外線 (UV-C) もしくはプラズマクラスター発生デバイスを用いたウイルス不活化装置のプロトタイプ設計と試作を報告した。

本年度はそのうち深紫外線 LED 照射装置で吸気チャンバー内に紫外線を照射することでウイルスを不活化するプロトタイプの改良を実施した。医療者はトータルフェイスマスクに供給される清浄な空気を吸うことができると同時に目や鼻の粘膜からの感染も防止可能となる (図1)。



図1 トータルフェイスマスク(左)と紫外線チャンバー(右)

[3] 成果

(3-1) 研究成果

本年度は、以下に示す研究成果を得た。

99%以上のウイルス不活化を実現するための紫外線照射条件を調査したところ、理化学研究所の間陽子らの報告で新型コロナウイルスを含む液体培地に 30 センチメートルの距離から 253.7nm の紫外線を 500 μ W/cm²の放射照度で、30 秒間の照射でウイルス感染性が 99.99%減少するとの条件設定が得られた。本研究の紫外線照射装置の照度は可変のため、吸気が平均 30 秒以上チャンバーに滞留することを確認することとし、チャンバー内部にラビリンス構造の流路を設置し、かつ吸気が上下に流路内を移動する構造とすることで照射条件を満足できることが分かった。

(3-2) 波及効果と発展性など

新型コロナウイルスの変異株 XBB1.5 は免疫回避能力が高いとされているため、N99 規格の電子マスクが実現できれば高い感染予防能力と呼吸のし易さを両立できる有用な感染防止手段となる。

将来の新興感染症対策としてもウイルス不活化可能でウェアラブルな電子デバイスマスクは職業感染を防止しうる手段として医療者に安心感をもたらすと期待される。

[4] 成果資料

(1) 田沼佑都、芥川雅貴、磯部拳臣、佐々木萌、遠山貴博、山田昭博、白石泰之、山家智之、小林博子、磯山隆：「深紫外線照射装置を利用する電子マスクの研究」、生体医工学シンポジウム 2022、9月9日・10日オンライン開催

(2) 田沼佑都、芥川雅貴、磯部拳臣、佐々木萌：「深紫外線照射装置を用いた電子マスク試作の基礎的検討」、クリニカルエンジニアリング誌 臨床工学技士養成施設卒業研究コンペ 2023 採択