

3Dスキャナと3Dプリンタの利用による

マスクフィッティングピースの開発

Development of mask-fitting piece using 3-d scanner and 3-d printer

○ 村山 長, 新岡里奈, 梅崎修太郎, 河原和子, 江口 透, 玉本光弘 (広島大)

Takeshi MURAYAMA, Rina NIIOKA, Shutaro UMESAKI, Kazuko KAWAHARA, Toru EGUCHI,
Mitsuhiro TAMAMOTO, Hiroshima University

Abstract: Masks for avoiding viruses and/or particulate matter have been widely used by not only specific workers such as health care professionals but also general public. Some of the commercially available masks say that they can cut 99 % of viruses. However actually they cannot cut off enough because there are gaps between a mask and a person's face and viruses and particulate matter can get into through the gaps. To make a mask fit a person's face, the authors propose a mask-fitting piece (MFP) which is attached to a mask. The authors present a method of fabricating a custom-made MFP using a 3-d scanner and a 3-d printer. A MFP was fabricated for each of twelve subjects. Each of the MFPs, to which each of the five types of masks was attached, was evaluated using Mask Fitting Tester. As a result, it was clarified that MFP provides better fitting.

Key Words: Mask, 3-d scanner, 3-d printer, PM2.5, Virus, Respirator

1. 緒論

近年、花粉症患者の増加や新型コロナウイルスに対する恐れ、PM2.5の拡散などにより、マスクは医療従事者などの特別の業務に携わる人だけでなく、一般の人々にも広く使われるようになってきた。最近では、一般向けマスクでも、ウイルス飛沫99%カットなど、高性能を謳ったものも販売されている。しかし、これはマスクのフィルタの性能と考えられ、実際にはマスクと顔面の隙間から空気が入り込み、ウイルスや微粒子のカットが十分でないケースも少なくない。本研究では、マスクを顔面に密着させるマスクフィッティングピース(以下、MFP)を提案する。これは、図1のように、特に隙間の大きいマスクの鼻部に装着して使用するものであるが、マスクは使い捨てでも、MFPは繰り返し使用することを想定している。また、個人によって異なる顔面形状にMFPを密着させるため、個人の顔面形状を3Dスキャナで計測し、そのデータをもとに、3Dプリンタを用いて、MFPをカスタムメイドで製作する。

なお、マスクを顔面に密着させるため、立体接顔クッション付きマスク⁽¹⁾や粘着シール付きマスク⁽²⁾が考案されている。これらに対して、本研究で提案するMFPは、市販されている様々なタイプのマスクに装着して使用できるという特徴がある。



Fig. 1 Mask-fitting piece attached to a mask

2. 方法

2-1 製作方法

個人の顔面にフィットしたMFPを製作するため、まず、3Dスキャナ(Vivid9i, コニカミノルタ製)を用いて、顔面形状を計測する。次に、リバースエンジニアリングソフトウェア(RapidForm2009, INUS Technology Inc. 製)を用いて、得られた顔面形状でMFPを接触させる部位を指定し(図2の青線)、この部分を切り取り、これに厚みを付け、さらにマスクを差し込む溝を付ける。以上の手順で作成したMFPの3Dモデルを図3に示す。なお、図3で、MFP上部の切欠きは、マスクのMFPへの装着を容易化するためのものであり、切欠き部の上方からマスクを引っ張ることにより、マスクをMFPの溝に挿入する。この3Dモデルを、3Dプリンタ(EDEN250, Objet製)に入力し、アクリル系光硬化性樹脂でMFPを製作する。図4に完成したMFPを示す。

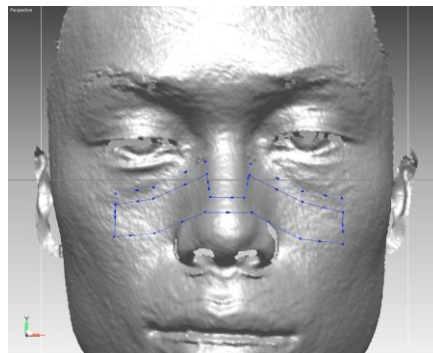
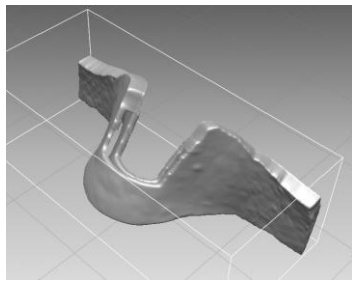
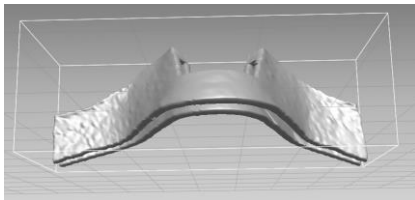


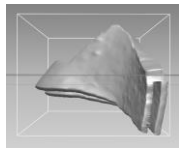
Fig. 2 Data obtained by 3-d scanner



(a) Isometric view



(b) Front view



(c) Right-side view

Fig.3 3-d model of mask-fitting piece



Fig.4 Mask-fitting piece fabricated using 3-d printer

2-2 評価方法

マスクに MFP を付けることによる有効性を以下の方法で評価した。

- (1) 被験者：本研究への参加の同意が得られた男女 12 名 (21~34 歳)
- (2) MFP：前節で示した手順で、被験者ごとに MFP を製作
- (3) 使用したマスク：一般用マスク 5 種 (プリーツタイプ 3 種, 立体タイプ 2 種)
- (4) 装置：労研式マスクフィッティングテスター (MT-03, 柴田科学製)
- (5) 測定項目：MT-03 を用いて漏れ率を測定した。ここで漏れ率とは、マスク装着時のマスク内の微粒子数とマスク外の微粒子数の比率であり、この値が低いほどマスクは顔面にフィットしていると判断できる。測定は MT-03 の使用手順に従って行った。被験者ごとに、マスクに MFP を付けた場合と付けない場合で、普通呼吸時と開口運動時の漏れ率を測定した。図 5 は MT-03 を用いて漏れ率を測定している様子である。

3. 結果

測定結果を図 6, 7 に示す。これらの図で、マスク A,B,C はプリーツタイプ、マスク D,E は立体タイプである。マスク E は鼻部に接顔クッションを付属した立体マスクであるが、接顔クッションのため MFP を装着できなかったため、MFP を装着しない場合の漏れ率のみを示した。これらの図

より、普通呼吸時、開講運動時のいずれの場合も、MFP の装着により、漏れ率は 25~45% 低減できることが分かった。また、図 6 と 7 を比較すると、普通呼吸時より、顎を動かす開口運動時の方が、漏れ率の高いことが分かった。



Fig. 5 Measurement of leakage rate using Mask Fitting Tester

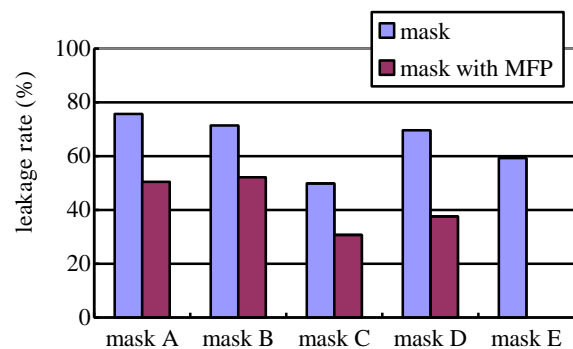


Fig. 6 Average leakage rate in normal breathing

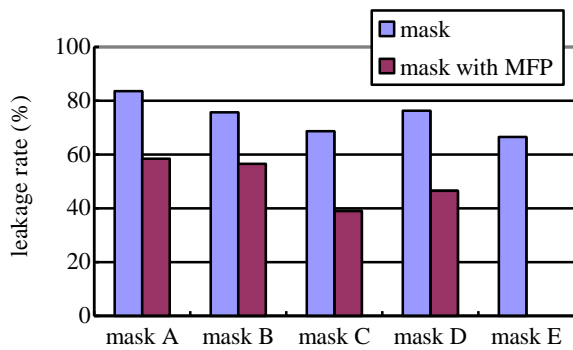


Fig. 7 Average leakage rate in jaw moving

4. 結論

本研究では、マスクを顔面にフィットさせる MFP を考案し、空気の漏れ率の計測により、その有効性を示した。なお、今回開発した MFP では、マスクを MFP に装着しにくいという問題があったため、今後は容易に装着できる MFP の形状を検討する。

参考文献

- (1) 川島正敏, 和田耕治, 久保公平, 大角彰, 吉川徹, 相澤好治, 改良型 N95 マスク (D S2 マスク) のフィットする割合の向上に関する研究, 環境感染誌, Vol. 24, No. 3, pp.155-161, 2009.
- (2) 北島洋樹, 吉川徹, 顔面接着式マスクの漏れ率と使用感に関する評価, 人間工学, Vol.46, pp.270-271, 2010.