

“PPE Making Process by ICUS members” 活動中間レポート

「竹カゴを編むように」身近な材料や道具を使って、自分たちに必要なものを

私達は Covid-19 の感染拡大により医療や介護の現場におけるマスクやフェイスシールドなどの PPE 不足に応えるため、3D プリンターを使った再利用可能な PPE を試作する活動をしています。生産技術研究所の技術職員が自身の研究室の学生のために 3D マスクを印刷したことを発端に、NPO 災害人道医療支援会 HuMA (Humanitarian Medical Assistance) を通じて、医療や介護の現場に試作したマスク等の PPE を送り、フィードバックをもらい、改良を続けている段階です。ゴムの取り付け方、マスクと顔の隙間の埋め方から、どのように必要な人々のもとへ届けることができるのか、大量生産が必要になった場合の生産体制や資金調達はどうすればよいのか等議論をしながら進めています。誰をターゲットにするのか、というのが製作をする上での重要なポイントであり、現状の技術やリソースでは N95 レベルのものを作るとは難しく、よってフェイスシールドとの併用、または直接感染者に接する可能性が高い医療従事者ではなく、介護施設、訪問看護施設などの基本的に感染していない方を対象とする職種、またはマスクの供給が病院よりも遅れる可能性のある場所で働く方々やその入所者が対象だろうと考えていました。一方、時間の経過とともに病院でも PPE を手作りしている状況であり、私達としては、必要としている現場があればすぐに使えるものが提供できるよう、デザインを改善し、現場サイドとの対話を続けている、という状況です。

マスクデザインの進化に関しては別添の資料に詳細を記載している通りで、当初立体マスクの印刷から始めましたが、試行錯誤の末、現在は半立体のバージョン 2.6 (photo1) です。フラットに印刷し、熱湯で柔らかくして顔型に成型 (立体化) するというもので、成型時の手間はかかるが、印刷時間は立体に比べて短く (1hr/1 マスク)、薄く (0.3-0.6mm)、軽く (9g)、強度もある、洗浄・消毒などをして何度も使える、郵送もコンパクトである、など利点が多く、無駄のないデザインであるため材料費も 1 個約 30 円 (1.75mm PLA 1kg/3000 円の場合) と低コストです。バックル (photo2) やフェイスシールド用のホルダー (photo3) なども公開データやオリジナルデザインのもの印刷し、現場側と同様のやりとりをしています。今後の方向性としては、以下に要約しました現場からのフィードバックをもとに引き続き可能な改良を行っていく予定です。



photo 1 マスク version 2.6



Photo 2 バックル (マスク又はフェイスシールド固定用)

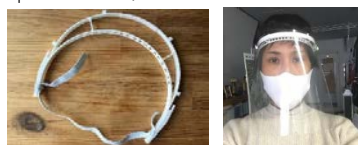


Photo 3 フェイスシールドホルダー

2020.4.30

生産技術研究所 第五部 久野 洵 技術職員
都市基盤安全工学国際研究センター(ICUS) 松下 朋子 特任研究員

4/6~29 の間に医療現場で働く医師・看護師の方々約 20 名に試作品を送り、いただいたフィードバックを以下に要約しました：

マスクについて

- ・ 立体化（熱湯で成型）が難しい
- ・ 形を自由に変えられるのがよい
- ・ 洗える、アルコールで消毒できるのがいい
- ・ 上下の隙間が気になる
- ・ 呼吸用の穴は小さ目がいい
- ・ 薄くて軽いがしっかりしていて安心感がある

バックルについて

- ・ マスクのゴムによる耳への負担がなく、調整可能でとてもいい

フェイスシールドについて

- ・ 首の部分もカバーしたい
- ・ 下を向いて作業をするので首の動きによってずれない構造がよい

以下は「生の声」として FB グループチャット上での意見交換・フィードバックの内容です：

<姫路市 S 病院 看護部>

- ・ 「本日マスクを 1 日つけての感想 5 名のまとめです。口の部分に隙間があるので、呼吸が楽。ズレない。形を自由に変えられるのがよい。メガネが曇らない。当たりがあるか気になったが全くない。バックルがすごく良い。耳に負担がかからないのでずっとつけていても気にならない。臨床でもマスクが足りず、不織布やガーゼを挟んで使用していますが、このマスクの方がサージカルマスクに比べて違和感も少なく、ストレスも少ない と言う意見が多かったです。ただ、5 人ともはじめてでしたので、鼻先や顎先でマスクが割れてしまうところが指摘されました。水で洗える ので皆感心していました。インナーに使用したのは、不織布を使用した者は大きめに切って、端の部分をセロハンテープで固定していました。私はバックルの使い方が悪いのですが、頭の後ろでどうしても滑って、後頸部あたりでとまるので、頬や口元は大丈夫なのですが、鼻が下に押される感じがしました。」

（バックル）「バックルはゴムの長さに関係なく、しっかりと自分のサイズに調整できるからズリ落ち防止が出来て良い ですよ！モニターの一人はバックルを絶賛しました！うちの皆さんは、こんな考えて作ってくれる人がすごい！と感謝してます。」

「バックルすごく人気です。耳への負担がかからないので。ありがとうございます。今日もごみ袋でガウン作り。日常使うガウンも底をつきそうで、手のあいている職員がせっせと作ってます。うちはそのボランティアの方々が出勤できなくなっていて...相手が厄介なウイルスだけに人も物も集まりにくいです。はやく落ち着いてほしいです。子どもさんのいる職員はもっと大変で、出勤できなくなったり...これが本当の医療崩壊だなと感じます。うちは田舎の小さな施設ですが、最前線に対応している施設は本当に大変だと思います。」

(マスク)「最初お湯につけて広げるときが難しくて、ちゃんと自分の顔の形にしてフィットさせるのが下手くそなので、なかなか上手くできませんでした。この週末に練習しておきます。モニターの一人が女性には少し大きいので、サイズ違いがあるといいなあと申しておりました。」

<京都府 H 医療センター HCU (高度治療室) 勤務看護師>

「昨日受け取りました！早速お湯につけてみたんですが急ぎすぎたのか接着部分の端が少し剥がれてしまいました。で、顔にあわせたらどうも大きくて、小さく出来ないかやってみました。しかし、見かけがなぁと思って、思いきって剥がしきって(ごめんなさい)二枚を重ねて整形してみました。ヘアピンで自分のサイズにあわせてとめて、そのままお湯に。で、鼻にあたる重なって尖った角の部分の部分を折り返すと、意外と安定。耳にかける部分は本物マスクのゴムをおいてあったのを試し、次に黒いヘアゴムを試しました。ゴムはなんでも OK です。マスクは外側に触らないで外せることが大事なので、耳かけの方が便利かなーと。バックルはフェイスシールドに使えないか、やってみます。ちなみに内側は、実際仕事でサージカルマスクの内側にしてる粗めのガーゼもどきをそのまま当てました(サージカルマスクを各勤務中一枚なので内側がリップとかで汚れないようにしている)私は HCU で働いていますが、もしもこれを仕事用にするとなると、内側にサージカルマスクをばらしてカットして内側にして節約するか…しかし隙間が気になるので、整形の工夫を考えないとです。自分が慣れたら出来る気がします。普段使い(咳エチケット)ならサイズさえ合わせたらそのまま使えるなーと思いました。とにかく、洗える、アルコールなどでふけるのが利点だと思います。今、一般の人はサージカルマスクを使い回しているかもで、マスク自体が感染源になりそうで。あと、うちの高齢者にもつけてみましたが、やはり大きかったのと、湯につけて整形は出来そうになかったのが私がいやりました」

「今日は男性の同僚にあててみましたが、微妙に大きかったです。HCU は ICU と一般病棟の間みたいな病棟で、ちょっと重症な患者さんをみています。病院なので、仕事で使うにはやはり上下の隙間が気になるところ で、もしも医療用に使うとしたら、あらかじめカップのような形になったのを押し当てるようなマスクの方が安心感がある感じです。同僚も一枚になってたらしいのという感想でした。大きさを小さくするのなら、スケールダウンがいいような気はします。ゴムをひっかけるところですが、今回はひっかけるところに柔らかいゴムをくくりつけたので、便利でしたよ。もともとマスクのゴムの部分をとってあって、それを使いました。巷では、ゴムがなければパンストを割いて使うといいとか言われてるらしい。薄さはもう少し薄いほうが整形には扱いやすいくらいかと。顔に合わせるのがなかなか・・・熱湯に顔をつけるわけにもいかず。インナーは、現状、それぞれが手に入るものにするしかないような気がします。優先順位の高い病院だと、そろそろマスクは流通したすのでは？と勝手に期待してるのですが、逆に高齢者施設とかではお困りなのかと思います。」

(マスクの穴の大きさについて)「穴は少ない方が安心ではあります。たくさん空いてるとスースーなので、インナーをフィルター機能のしっかりしたものにしなきゃと思います。東京の医師会が提案してるクリアファイルマスクみたいにスリットもあり得ますか？もしかしてスリットなら顔のフィット感があがる？作ってみようかな？と思っているところです」

<大阪市西成区 訪問看護師>

「マスクに必要なゴムが手に入らない。パンツのゴムも髪ゴムも売っておらず家に無いので使い捨てマスクのゴ

ムを2個分切って使ってます。何とかいけるけどフィット感が難しい。紐も考えたけど病院じゃない場所だと着脱が不便。型作るのが難しかったです。鼻と顎両方良いバランスがなかなか出来なくて何回かしました。鼻と頬に当たるところが痛くなるのでそれは中に当てる物で工夫できそうですね。つけてみて結構威圧感がある。どの現場で使うかですけど家に訪問するとなると防護してます！て感じが出るかなと思いました。

(現場でのニーズについて) ゴムは全然無いんです。病院で使ったゴム貯めている所です。毛糸をかぎ針で編んだら伸びるしどうかかなぁと思案中です。形は何回か修正して大丈夫です。お湯で修正出来るので素晴らしいです。来週訪問看護行くので持参してきてまた報告させていただきます。フェイスシールド良いね。疑いの人に接する時の防護具が全然無いもんね。」

「目からの感染も疑われているので病院ではフェイスシールドかゴーグルも付けて対応しています。目と鼻口と一緒に保護出来るなら良いですね。ちなみにゴーグルも不足しています。」

<京都府 産婦人科医・HuMAメンバー>

(マスク)「マスクは形を作るのが難しくて、なんか顎のところがすきまができてしまったり、ほっぺがきつきつになったり、私のような不器用者には何度も作り直すのがややめんどくさかったです。全部ご自分でどうぞではなく、形作って、クッションもはっつけてお渡しできたら簡単に使ってもらえるかと。ゴムのスリット、小さいほうがいいかもしれません。しっかり装着後は安定しますが、装置途中すぐゴムがとれてしまってイラッとするところがありました。通気のためと思うのですが、真ん中の穴、もう少し減らすなどできますか？もしくは真ん中からずらして顎のほうや両脇にするなど。一番肝心のところに穴がいっぱいなので、心許ないような気がしてしまうのですが。開くパターンは何か理由があるのでしょうか？」

(フェイスシールド)「フェイスシールドだけにした場合。顔まわりは余裕があるので楽です。逆におでこのところがすかすかになるので、クッション入れたほうがよいと思います。フェイスシールド用の透明クリアファイルって、手に入るものですか？我が家にはくもったのしかなく、つけ心地や留め方はわかりましたが、使用感までは試せませんでした。ネットで買えるところなど教えてもらえると嬉しいです。」

<兵庫県西宮市 医師・HuMAメンバー>

「辛口評価。お湯で柔らかくして顔の形にある程度フィットできるけれど真ん中の接着したところの形がどうしても整いません。前に尖って出るし、きれいにするのは難しく、ふにゃふにゃで格好悪い、また顎にはなかなか上手く成形できない。アイディアバンド面白いけれどまだ使い物にはなりませんね。2枚をあわせて接着じゃなく、はじめから1枚で作るのは難しいのですか？それから穴はもう少し小さいのが沢山空いている方が良いのではないかと思われました。」

<姫路市 H 大学 看護学部 講師/看護師・HuMAメンバー>

(マスク)「不織布なかったから水切り袋使いましたが、布をしっかり大きく写真のように使うと割と鼻までカバーされていて隙間が気になりませんでした。布は両面テープで止めています。ゴムならスリットと穴が良いかもですね。写真はゴムちょっと短くて耳潰れがちだけど、太いから痛くはありません。つけ心地は、内側が多く布が覆っているから普通のサージカルマスクと同じ感じ。安物サージカルマスクよりしっかり固定出来ていて落ちてこ

ないので快適です。0409 版の 薄さの方が形成しやすいです。穴も丸の方が装着時に安定感があります。 0413 はサイズ感の良いけど、お湯に浸けてから形作るまでマスクの厚さがあるので開けるのに時間がかかり何回か作りなおしました。ゴム通しの上の部分が上手に作らないと頬にあたり長時間つけてると痛くなりそう。←これは形作る時に気を付けたらいいけど、形作りが簡単なのは 0409 の方でした。形成のしやすさ 0409、装着感 0409、ゴム穴 0409、デザイン 0413。以上より組み合わせて 0413 を薄くして、穴を丸くしてはどうでしょうか？装着時に前に送って貰った物から、随分改良されたのが伝わってきました。良い装着時の何かちょっと違う感。デザインにおける細部への気配りというやつかな。今、使ってるゴムはトリアージタッグのゴム。どんなゴムでも使えるように、、、の配慮でのスリットであれば図のように基本丸に丸のゴムでもはめ込めるようにスリット入れとくとか？あまり大きくないスリット。ゴム不足の中、どんなゴムが使えるか分からないから 2~3 パターンくらい作っておいてもよいかも。何パターンも作る事がお金、時間のコストがかかるなら、自分でハサミ入れるというのも、選択肢としてあり。こんな風にカスタマイズできると予め説明しておけば。ゴムですが、小さな輪ゴムならまだいっぱいあって耳かけゴムは沢山作れます。」

(現場でのニーズについて)「マスク自体は、私が聞いている介護施設は先週の状態ではまだマスクはあるけど、長期化すると不安。病院の現場は昨日報道された神戸の中央市民病院、私の元職場なので元同僚と連絡取ってるけど(他の職場に移動してる人もいるけど) 病院によって、1 日一枚とか 3 日に一枚とか、7 日に一回とか。) うちの元同僚達のママさんも含めてのマスク関連のニーズは、ストラップ紐」

(フェイスシールド)「バックルとシールドだけで作ってみた。切り込みを絵の通りに合わせて切ってみたら肩に当たらずに動きやすい。額と後頭部で固定できれば、紐は必要ないかな。この形で下におろすと、もう一度キツく留め直しが必要。すぐには脱ぎにくい。動くとき肩に当たる。」

<大阪府 Y 病院 医師・HuMA メンバー>

「今日湯で型を整えました。いい感じです。空気取りはもう少し小さい(穴の数が少ない)方がいいかなと、また、位置はもう少し下方がいいかなと。中に入れる不織布がズレて穴を覆わない状態になることを防げるかなと。」

<東京都 K 大学大学院 救急システム研究科 教授/医師・HuMA メンバー>

(マスク)「ゴムじゃなくてヒモでも良いんじゃない？外科のサージカルマスクはヒモで結んでいるので大丈夫かと？本当は下のヒモを頭へ、上のヒモを首筋に交差させて結ぶとズレが少なくなり装着感が強くなる。まあ最近色々なマスクを皆さんつけているのでちょっと変わったマスクと思ってもらえると思いますが？ ヒモは耳の後ろで交差させます。これは当時東大卒の講師に厳しく言われました。それとこのヒモ式だと左右の隙間が大きくなり、鼻や顎の部分の隙間は小さくなります。使用後の紐についての思い付きです。使用後に紐を廃棄・交換するのなら、マスクの四方に穴を開けておいて紐はそこから出し入れして、ズボンのベルトのようにしたらどうでしょうか？それで上の紐には、硬めのスポンジを二つ入れておきます。マスク着用時に紐を占めるとき、この二つのスポンジを鼻の両側を圧迫するようにしたら鼻の周囲の情報の空気の漏れは少なくなるのではないのでしょうか？マスクの下も紐が閉まると、下顎の周囲が閉まれば下からの空気漏れも減る……ように思いつきました。これだと、使用後に紐はスッと捨てられますし……便利な？どうかな？とも思いましたが？思い付きの絵を添付しますのでご検討下さい。」

「プラで作るのはフィット感が得られる こともあるように思えますが？正面の穴の開いている部分是不織布（ネットで 25 円/枚で販売）などを充てるのですね？スポンジ部分は最初の構想はラバーでした。シリコンラバーも厚みのあるものや柔らかいものもあったと思います。シリコンラバーに拘るのは、漏れがより少なくなり安心感が増すからですが・・・」

「皆様追記です。マスクはある程度ウイルスを除去できるかもしれないという動画もありましたが、韓国の研究でコロナウイルスの患者さんに病院で使うサージカルマスクを着用して咳をさせた研究で 4/4(? だったか) の患者さんからの咳がマスクを通して 20cm 先の培養皿にウイルスがちゃんと飛んだというものもありましたので、やはりウイルス防御はそこそこに考えておくという事が必要な様子です」

（フェイスシールド）「従来の face shield もそうですが、下の部分が開いているので、患者さんの咳などの飛沫が下から首などの体表に付着する可能性 がありますよね？頭で固定するのではなく、首の部分で固定するようにしたらどうかな？とも思えますが・・・思い付きです。頭の部分はキャップなどでシールドと固定すると上も下も防ぐことが出来ますが・・・？どうかな？」

<神戸市 理学療法士（夫（病院勤務医師）父（医院経営医師）・HuMA メンバー>

（フェイスシールド）「作ってみました！女性だと、これでもいけそうです。下を向いて作業するので、下の切り込み方の説明が何センチ、どこを切るとか説明があると嬉しいかもです。切り込みが浅くて当たりました、クリニックだと、人手がないので、ある程度指示があるとわかりやすいです。切り込みも、ファイルの何センチ下を何センチ切るとか。たぶん、これを使う人って元々は挿管するとか、吸引するとか、検体とるとか、じゃないですかね。だから下を向いて細かい作業することを想定してあげる必要があるのかなとおもいました。そうすると、線がとても視界にはいってきます。旦那も自分はサイズの的に無理やけど、私がかぶっているのみたら、機能的にはつかえそうやな、とゆうてました。旦那は「ずれ」がきになると言っています。下を向くたびに当たるとずれてしまうので、もう少し固定できないかなあと。首を守りたいけどずれも気になるなあ、これ使うのは基本はオベ、挿管かなだそうです。吸引は ICU ではもう COVIT は閉鎖式になっているようです。開放吸引はリスクが高いからしないと。介護病院とかだとそういうわけにもいかないだろうし、口腔ケアがどこまでされているのか、病院によってまちまちだとはおもいますが」