

COVID-19 下における 3D プリントによるフェイスシールドのデータ改変の調査

A Survey of 3D Printed Face Shield's Data Modification under COVID-19

青木 まゆみ¹, 常盤 拓司¹, 田中 浩也², 宮川 祥子³, 道用 大介⁴

Mayumi AOKI¹, Takuji TOKIWA¹, Hiroya TANAKA², Shoko MIYAGAWA³, and Daisuke DOYO⁴

¹ 慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科

¹ Graduate School of Media and Governance, Keio University

² 慶應義塾大学 環境情報学部

² Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

³ 慶應義塾大学 看護医療学部

³ Faculty of Nursing and Medical Care, Keio University

⁴ 神奈川大学 経営学部 国際経営学科

⁴ Faculty of Business Administration Department of International Business and Management, Kanagawa University

Abstract: This survey examined the 3D printer-based face shield production activities undertaken in Japan during the epidemic of the new coronavirus infection and found that over 140,000 face shields were produced. The free release of two faceshield 3D models may have contributed to this movement, but they also incorporated data modifications into versions in a short period of time. In addition, data modification was found to be most important for "productivity" in order to respond quickly to the medical crisis of face shield shortage, followed by modification for "functionality" to make the face shield easier to use.

Keywords: 3D printer, 3D data, modeling, business model, data modification

1. 序論

本調査では、新型コロナウイルス感染症流行下の日本国内において取り組まれた 3D プリンタを用いたフェイスシールド製作活動及び利用モデルの改変について調査報告する。新型コロナウイルス感染症が世界的に流行したことで、世界規模でサプライチェーンの分断が生じた。新型コロナウイルス感染症対策の最前線となった医療現場では、この分断の影響を受け、感染症対策のための医療用資材の不足が発生した。このような状況を打開する取り組みとして、世界的に 3D プリンタを用いてフェイスシールドを製作し、病院等必要とするところに提供する活動が広がりを見せた。この取組が広がる中で、フェイスシールドのデータが改変されていった。このデータの改変がなぜ行われたのかを把握することは、今後 3D プリンタを始めとするデジタル製造のもつ「データの流通」を理解する助けになると考えられる。

2. 調査方法

調査は2段階に分けて実施した。

4-1- 第一段階では全体像を把握すること目的に、Google Form によるウェブアンケート形式で実施[1]した(以降この調査をサーベイ調査と呼ぶ)。2020 年 6 月 8 日から 7 月 23 日まで実施し、118 件の回答を得た。

第二段階では、第一段階で得られた結果をもとに、フェイスシールドの 3D データがどのように改変されていったかに着目し、調査を行った(以降この調査を深掘り調査と呼ぶ)。一次アンケート(サーベイ調査)でデータを改変またはオリジナルで作成したとの回答者を対象に、調査票への記入および、電話、オンライン会議システム等を用いたインタビューを行った。調査は 7 月 9 日から開始し、9 月 16 日の時点で 17 件の回答を得た。なお、第一段階の調査の完了を待たずに第二段階の調査を開始したのは、期間の早期に提出されたアンケート結果を予備的に分析した結果、改変について特徴的な回答が見られたことと、調査対象者が、フェイスシールド製作の取り組みを終えてから時間が経つと、記憶が薄れてしまう可能性があったことから、第一段階の完了を待たずに実施することにしたためである。

3. サーベイ調査結果

3.1 製造者数の推移

今回の調査で、3D プリントで製作されたフェイスシールドは 142,085 個(2020 年 9 月 17 日時点)であった。

医療資材の不足は 3 月頃から発生していたが、4 月に入ると東京都での COVID-19 関連の入院者数が 500 名を超え[2]、フェイスシールドをはじめとする医療用資材の不足が周知されるようになった。これに呼応する形で全国の 3D プリンタを始めとするデジタル製造の技術者とユーザーがフェイスシールドを作成し、医療機関へ届ける取り組みが増加している(表1)。

この増加の背景には、大阪大学大学院 医学系研究科 特任教授の中島清一氏を中心とした産学官連携機関「プロジェクト ENGINE」にてフェイスシールド 3D データが 4 月 2 日に無償データとして公開[3]、神奈川大学 経営学部 准教授の道用大介氏が 3 月 31 日に Github 上で無償データを公開[4]したことが大きく寄与したものとする。本項では大阪大学のデータを阪大モデル、神奈川大学のデータを Doyo モデルと呼ぶ。

3 月	9	5 月上旬	20
4 月上旬	15	5 月中旬	9
4 月中旬	28	5 月下旬	1
4 月下旬	25	6 月	2

表 1. フェイスシールド作成開始日(人)

3.2 製造者の種類

最終的に14万を超えるフェイスシールドが製作されたが、その生産を最も支えたのは中小企業であった(図1)。しかし、この活動の初期において、ムーブメントを牽引したのは、民間団体として区分されているうちの、ファブラボに代表されるファブ施設であった。3 月中旬に製作を開始したと回答した 9 名の内、3 名は日本国内のファブラボ(鎌倉、浜松、品川)としてフェイスシールドの作成に取り組んでいる。このファブ施設の取り組みが全国のメーカーズを巻き込んだと考えられる。

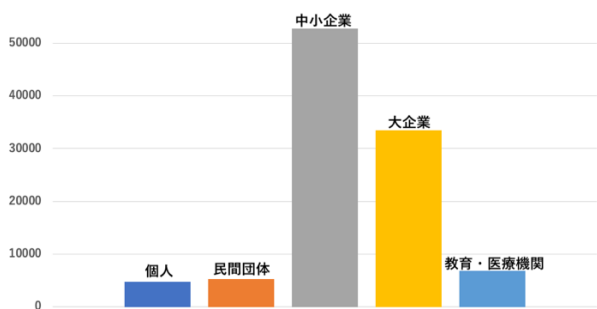


図 1. 製作者カテゴリ別フェイスシールド製作数

3.3 利用モデル

3D プリンタでフェイスシールドを製作する際に阪大モデルと Doyo モデルが寄与したことは先に述べた。アンケート結果では、阪大モデルと Doyo モデルそれぞれ

を改変したモデルまでを含めると、全取り組みの 3/4 を占めており(図 2)、国内での 3D プリントフェイスシールド 2 大モデルとなったことが窺える。

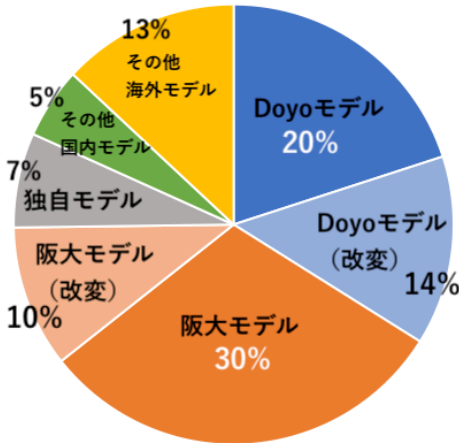


図 2 利用モデルの分類



図 3. (左)阪大モデル (右)Doyo モデル

阪大モデル写真提供: 吉田真也様

Doyo モデル写真提供: 吉岡純希様

3.4 利用モデルごとの製造数

今回の調査で、3D プリントで製作されたフェイスシールド数は 14 万を超えることは先に述べたが、それらの内 Doyo モデル / 阪大モデル / オリジナル、この 3 モデルを利用してそれぞれどれだけ製作されたかを分類した(表 2)。

モデル名	製造数
Doyo モデル	49,072 個
阪大モデル	14,139 個
オリジナル	50,793 個

表 2. 利用モデルごとのフェイスシールド製造数

Doyo モデルと阪大モデルではモデル採用数は前者が全体の 34%、後者が 40%と阪大モデルの方が採用率は高い結果であったが(図 2)、製造数(表 2)で見ると Doyo モデルのフェイスシールドが阪大モデルの約 3.5 倍製造されている。(今回のアンケートでは金型射出成形による製造は含めていないことを注記する。)

この差異については、Doyo モデルはその形状が初期モデルよりフラットであることから、一回のプリント時間も短く、且つ複数個同時プリントもしやすいという特徴を持つためと推測される。

また、オリジナルデータでの製造数が 50,793 個と最も多いのはオリジナルデータで製作したと回答している株式会社ジャパン・メディカル・カンパニーによる製造数が 5 万個(2020 年 9 月現在)と大きく占めたことによる。

3.5 モデルの改変率

Doyo モデルと阪大モデルを個別に見ると、Doyo モデルを採用した 39 名の内 41%に当たる 16 名が Doyo モデルを改変し、利用している。阪大モデルを採用した 47 名の内 25%に当たる 12 名が阪大モデルを改変して利用している(図 2)。Doyo モデルと阪大モデルで、改変しての利用率に差があったのは、これは著者の内観だが、Doyo モデルが Github 上でデータが公開されたためではないかと考えている。Github は、ソフトウェアのソースコードを共有し、コラボレーションで改良するためのプラットフォームであることから、公開された 3D データについてもこのプラットフォームの目的から演繹的に改良することを促した可能性が高い。

これらの改変の一部は、新たなバージョンとしてそれぞれのモデルに取り込まれることとなった。

(1) Doyo モデルのバージョン別改変率

Doyo モデルでは以下のように取り込まれた改変がバージョン化していった。

利用 version	特徴	採用者数	内改変者
Ver1_2	オリジナル	1	0
Ver1_3hole (basic)	初期モデル	5	2
Ver1_4hole (easy)	使い易さ	8	3
Ver2_small	サイズ削減	4	3
Ver2_fast_typeV	推奨モデル	12	3
Ver2_hybrid	typeVとeasy 合体	2	1
不明		7	3

表 3. Doyo モデルのバージョン毎の採用者数と改変者数

初期モデルの Ver1_3 から、クリアファイルの「付け易さ」と軽量化を求めて Ver1_4 となった。

さらに「増産」を主目的にサイズを小さくした Ver2_small から、「医療現場」の意見を取り入れた慶應義塾大学看護医療学部 FabNurse プロジェクトモデル Ver2_fast_typeV が生まれた。更にこのモデルは「増産」もしやすいように 10 個、20 個と複数プリントが可能なサブバージョンも生まれ、Doyo モデルの製造数に大きく寄与したと考えられる。

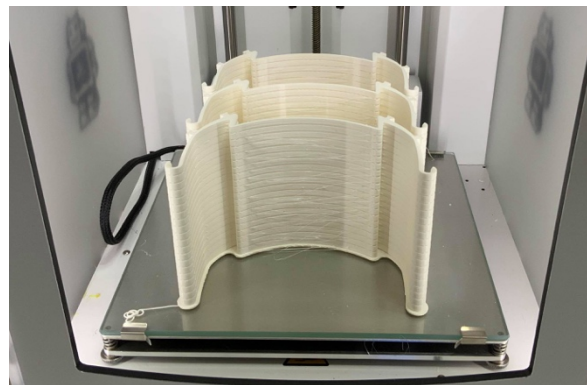


図 4.ver2_fast_typeV モデルの「30 個まとめ作り」バージョンの出力の様子
写真提供: 宮川祥子

(2) 阪大モデルのバージョン別改変率

阪大モデルでは以下のように取り込まれた改変がバージョン化していった。

阪大モデルは左右両端にシートを挟み込むクリップとなるウイング部分がある立体的な形が特徴(図 3.左)だが、このウイング部分が改変される傾向が見られた。

利用 version	特徴	採用者数	内改変者
1.0	スタンダード	6	3
2.0	女性・子供向けにサイズ小	4	2
3.0	クリップ着脱簡易版	13	1
4.2	プリントし易く	3	1
6.0	はめ込み式	2	1
13.3	積み上げプリント	11	3
不明		7	3

表 4. 阪大モデルのバージョン毎の採用者数と改変者数

ウイング部分に事務クリップでのファイルの着脱を可能にした 3.0、ウイング部分を左右に水平に開いて全体の形状をフラットにしてプリント時間の短縮が可能となった 4.2、ステージの狭いプリンターでも製作を可能にした弦部分をはめ込み式にした 6.0。

そして通称「ホチキス式」と呼ばれたフェイスシールドを積み上げて一度に複数個プリントできるようにした 13.3 が生まれた。

4. 深掘り調査結果

4.1 データ改変の分類

データ改変を行なった回答者からの追加調査とインタビューからどの点に着目してのデータ改変かを以下の 4 つの改変項目と元データからの改変率と合わせて 5 つの指標(表 5)で各 5 段階に分けて分類した。回答件数は 17 件である。

機能性	強度や使い易さなどの機能の工夫	50
意匠性	デザイン性など	7
装着性	装着感	41
生産性	製作速度や製作数の重視	54
変更率	元のデータからの変更度	-

表 5. データ変更指標分類(総ポイント数)

この 17 件の回答から、全体的に生産性に着目した変更が多く、次に機能性での変更が多いことがわかる。

次にそれぞれの改変指標による改変例を示す。

(1) 機能性

生産性について機能性に着目した改変が多かったが、一例として回答者「O」では、シートをはめ込む突起部分の形状を変更するという操作性の改善と、ゴムバンドの長さを調節できるよう「留め具」を追加している。

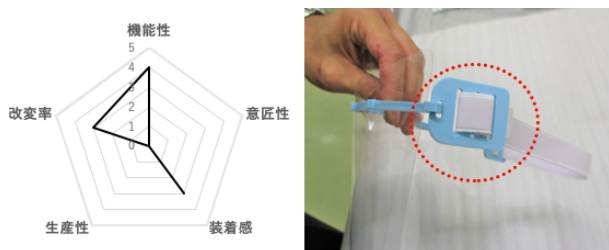


図 5. 赤丸部分が追加された「留め具」
写真提供: 山口直也様

また、3D プリンターで 150 個程作成した後は、射出成型用の金型を起こしての量産をしていると回答を得ている。このように、「機能」的なブラッシュアップを行なう試作という3D プリンターの代表的な活用方法でもある。

(2) 意匠性

今回の改変では意匠性に着目しての改変を行なったと見られる事例は少なく、回答者「K」で行われた「意匠性」に特化した改変は特徴的である。

実際の改変点としては全体を細くすることで「生産性」もあげているのだが、合わせて女性や子供に合わせたサイズに縮小した多サイズ展開も行なっている。

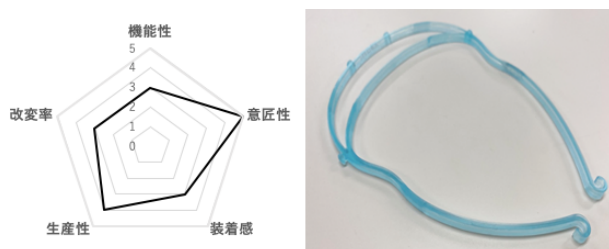


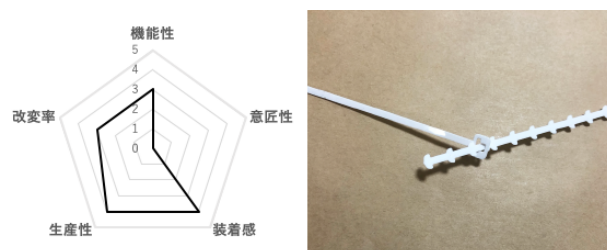
図 6. 透明感のある視覚的な美しさを持つ
フェイスシールド提供: 後藤尚久様

「意匠性」としてはクリアレジンを用いることで透明感のある視覚的な美しさなどを備えており、これは会社の宝飾品を扱うがゆえの自社でしかできないカスタマイズに重点を置いたとのインタビューを得ている。

(3) 装着性

回答者「H」の利用モデルは Doyo モデル・阪大モデルではなく海外モデルの利用例となる。生産性を上げるために形状を一部省略化、ステージに複数プリントできるように幅を狭くするなども行われている。

多くのモデルでフェイスシールドの弦・ブリッジ両端にゴム紐を繋げているが、「ゴムによっては髪に絡む」「紐の長さの調整が手間になる」という問題が発生する。この問題を解決するために、紐を用いず、サイズが調整可能な樹脂コードを一体成型することで、利用者が簡易にサイズを調整することを可能にしている。また、紐部分

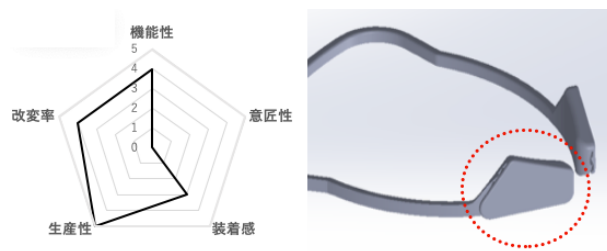


を樹脂化することで、消毒しての再利用もしやすくなっている。

図 7. コード部分も樹脂化されている
写真提供: 花本様

(4) 生産性

フェイスシールドが不足している現場に早く届けるために生産性を高める目的の改変は一番多く見られた改変指標であった。多くは一度のプリントで複数個をプリントできるようにステージに配置するというものであったが、回答者「A」が行なった改変は、元のモデルの「一部分」



だけをプリントし「部品化」してしまうというものであった。

図 8. 赤丸部分のみを3D プリンターで製作
図式提供: 小松隆史様

具体的には阪大モデルの左右のウィング部だけをプリントし、ウィングを繋ぐブリッジ部分はワイヤーを用いるというものである(図)。

フェイスシールド全体をプリントするのではなく、一部を部品化してのプリントということで生産時間の大幅な削減が可能になったとのことである。ワイヤーは社内で保有していた部材を活用したともあり、既存の品と組み合わせる必要な部品だけを製作できるという点においては、3D プリンターならではの柔軟な活用とも言える。

5. まとめ

本調査で、3D プリンタによるフェイスシールドの作成は 14 万を超える数が製作され、医療現場のフェイスシールドの不足に大きな貢献をしたと考えられる。

利用モデルとしては Doyo モデルと阪大モデルが二大モデルとして、日本国内でのフェイスシールド製造ムーブメントに寄与した。この二つのモデル自身も改変を取り込み複数のバージョンが短期間に作られた。

このデータの改変は、製造においては不足を補うために最も「生産性」が重視されたが、同時に「機能性」を高める試みがなされてもいた。

改変に至る理由としては、「制作者が実際に装着してみても違和感・不快感を感じた」「装着した利用者からサイズのリクエスト」など、体験を元にした装着感や機能性への変更が多く行われていた。

更にフェイスシールドは「頭に装着する」ために、個々の頭囲に合わせた調整が必要になる。これをコードやゴム紐で補うのだが、この紐の長さの調節の「部品」、あるいはシールド部分を留める「クリップ」など、「新たに」部材を追加するデータ改変も行われていた。

また、制作者の業務カラーによる意匠性の組み込みや、社内で保有していた部材と組み合わせるなど、制作者・会社の業務とクロスオーバーしての「オリジナリティ」を持たせる改変も見られたことは興味深い。

何よりこれらの全ての改変が非常に短期間に行われ、制作者達によって自律的・能動的・共創的に広がっていったことは喜ぶべきものである。一方、「データの改変」の軌跡を追える仕組みを作り、責任の所在のあり方と合わせて、今後考える必要がある。

謝辞

本研究にご協力頂いたアンケートの回答者 118 名の皆様に深く感謝します。また、本研究は、JST、COI、JPMJCE1314 の支援を受けたものです。

参考文献

- [1] COVID-19 における 3D プリントフェイスシールド製造に関するアンケート調査
<https://coi.sfc.keio.ac.jp/faceshield.html>
- [2] 東京都 新型コロナウイルス感染症対策サイト
<https://stopcovid19.metro.tokyo.lg.jp/cards/number-of-hospitalized>
- [3] 医療従事者の命を守る「フルフェイスシールド」約 10 万個を量産・無償配布するクラウドファンディングを開始～手持ちのクリアファイルを取り付けることで、フェイスシールドとして使用できるフレーム部

分を製造・配布～

<http://www.med.osaka-u.ac.jp/archives/21961>

[4] Github - doyodoyo / faceshield

<https://github.com/doyodoyo/faceshield>