

COVID-19 下における 3D プリントによるフェイスシールド製造のムーブメントの調査

Survey of 3D Printed Face Shield Manufacturing Movements under COVID-19

青木 まゆみ¹, 常盤 拓司¹, 宮川 祥子¹, 吉岡 純希¹, 道用 大介², 田中 浩也¹

Mayumi AOKI, Takuji TOKIWA, Shoko MIYAGAWA, Junki YOSHIOKA, Daisuke DOYO, Hiroya TANAKA

¹慶應義塾大学, ²神奈川大学

¹Keio University, ²Kanagawa University

【要約】

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について調査し、14 万を超えるフェイスシールドが製作されたことが分かった。このムーブメントには二つのフェイスシールド 3D モデルの無償公開とデジタル製造のユーザーや技術者の存在が寄与したものと考えられ、生産は中小企業が大きな担い手となった。更にデータの改変についても着目すると、フェイスシールドの不足という医療的危機に素早く対応するために「生産性」が最も重視されており、次いでより使い易くという「機能性」についての改変がなされていることが分かった。

キーワード: 3D プリンタ, 3D データ, モデリング, ビジネスモデル, 流通

【Abstract】

This survey examined the 3D printer-based faceshield production activities undertaken in Japan during the COVID-19 epidemic and found that over 140,000 faceshields were produced. It is believed that the free release of two faceshield 3D models and the presence of digital manufacturing users and technicians contributed to this movement, with small and medium-sized companies playing a major role in production. Furthermore, in terms of data modification, it was found that "productivity" was the most important factor in responding quickly to the medical crisis of the face shield shortage, followed by modification of "functionality" to make the face shield easier to use.

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

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の調査について報告する。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。この取組の全体像を把握することは、3D プリンタを始めとするデジタル製造のもつ適量生産の可能性を理解する助けになると考えられる。

2. 方法

調査は2段階に分けて実施した。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考える。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作成されたが、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。

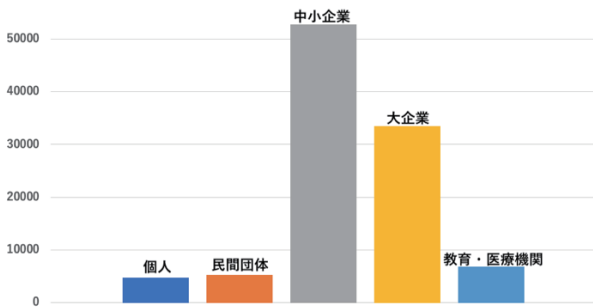


図 1 製作者カテゴリ別フェイスシールド製作数

3.3 製造量

本章の冒頭でも述べたが、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個であった。アンケートに回答した個人、企業団体等の製造数は分散していた。

~50 個	~100 個	~200 個	~500 個	~1000 個
22	23	22	23	14
~2000 個	~5000 個	~10000 個	10001 個~	
5	4	1	3	

表 2. 総製作数別/回答者数

1万を超える製作を行なった会社が3社ある
この3社での製造数が92500個に及ぶ

製造数が1万を超える3社のうちの1社「株式会社ジャパン・メディカル・カンパニー」は医療領域関連企業で、3月から製造を開始し、その製造数は2020年9月現在5万個に及んでいる。インタビューでは、医療現場のフェイスシールド不足の海外情報を東京慈恵会医科大学 大木教授からの指導で知り、阪大モデル、Doyo モデルの登場以前から、大木教授とフェイスシールドの3Dデータを共同開発し、製造に着手したと回答している。残り2社は社外で製作された3Dデータを使用(一部改変)して使用し製造を行ったと回答している。

3.4 製造量の推移

3.2 製作者の種類において報告した製作者のカテゴリ毎の製作数の時系列の分布を図4に示す。製造数の急激な増加は、2度あった。一度目は、4月第1週を境とする急激な増加である。この時期は、阪大モデル、Doyo モデルの公開時期と重なっている。二度目緊急事態宣言以降で、中小企業の製造数の増加に加えて、大企業の製造が始まった時期である。

3.5 利用モデル

3D プリンタでフェイスシールドを製造する際に阪大モデルと Doyo モデルが用いられ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を占めている(図2)。

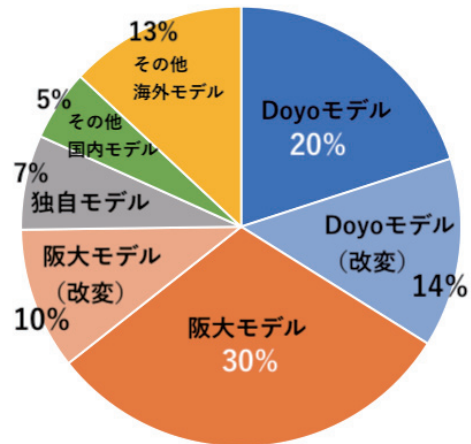


図 2 利用モデルの分類



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 モデル写真撮影: 吉岡純希

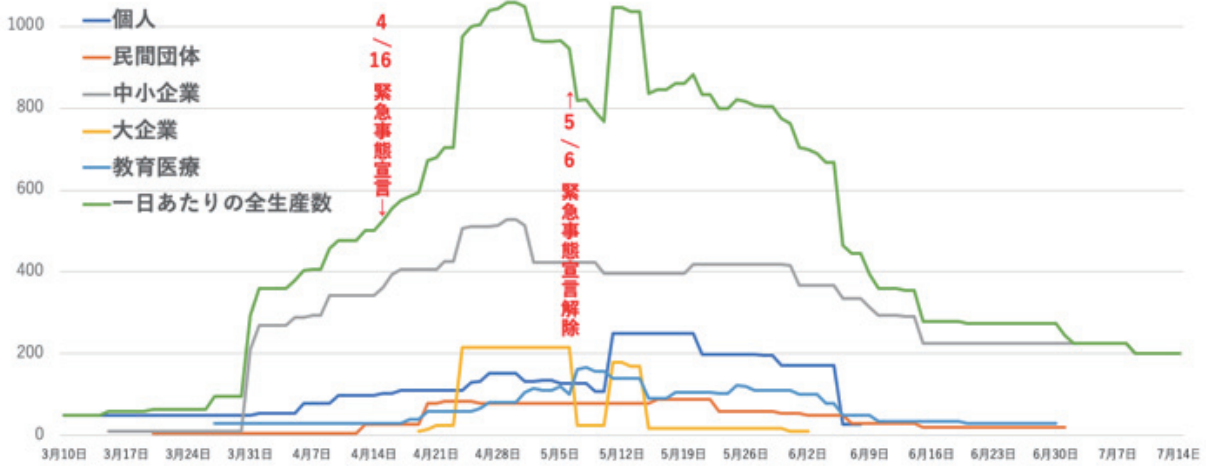


図 4. 製作者カテゴリ別フェイスシールド製作の時系列分布

4. 深掘り調査結果

4.1 データ改変の分類

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。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。

また、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 3) 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
改変率	元のデータからの改変度	-

表 3. データ改変指標分類 (総ポイント数)

データの改変項目を分類すると、「生産性」が 54 と最も重視されているとなった。これは、フェイスシールドの不足に対応するために、生産スピードが求められたためだと考えられる。生産性を上げるためのデータ改変としては、細くする (軽量化のメリットもあり)、一度にプリントできる数を増やすといった回答が多く見られた (例: 図 5)。

次いで重視された改変項目「機能」の工夫としては、ブリッジ部分への透明シートの装着性を高める工夫が多く見られた (例: 図 6)。

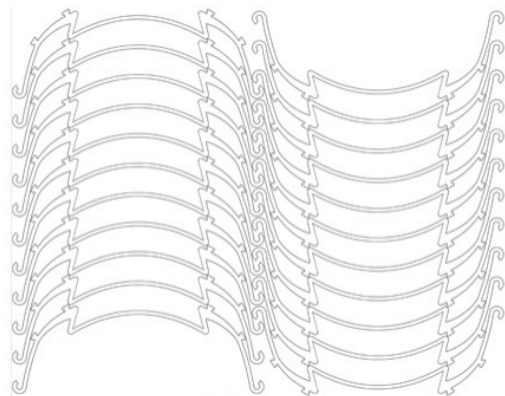


図 5. データ改変例

Doyo モデルを一度にプリントできる数を増やすためオリジナルより幅を広げて並べている (図版提供: 高エネルギー加速器研究機構 機械工学センター 佐藤伸彦様 平木雅彦様)

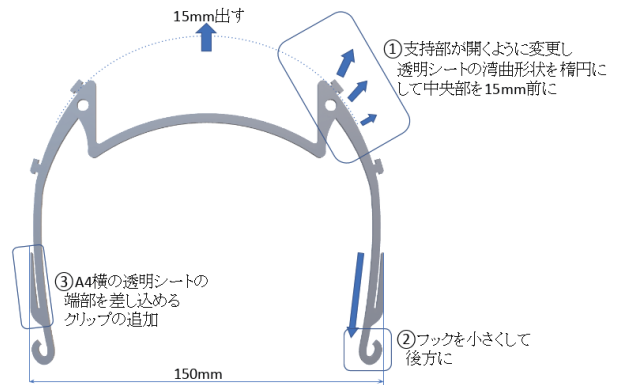


図 6. データ改変例

Doyo モデルからクリップの追加など 3ヶ所の機能的な改変を行なっている (図版提供: 日本工業大学 先進工学部 ロボティクス学科 榎橋康博様)

このように、フェイスシールドを供給するために、生産性は最優先とされたが、変更にあたり機能性の工夫も重視されていたことが本調査で分かった。一方、デザインやカラーなどの意匠性については、優先されていないことが明らかであった(表 3)。

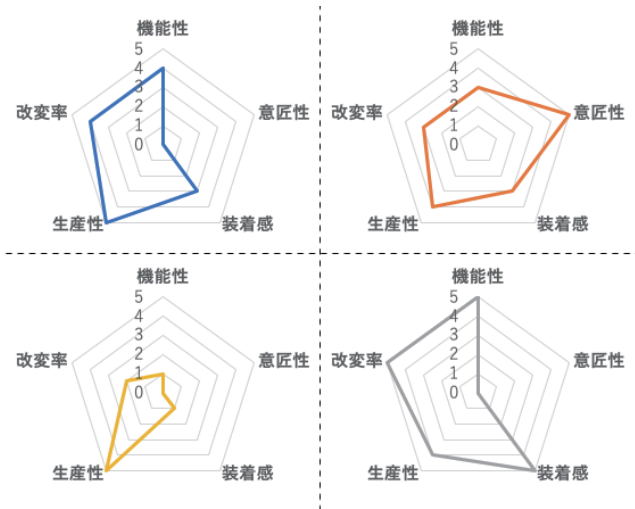


図 7. データ変更指標チャート

17 件の回答から 4 件の指標チャートを例示する
全体的に生産性に着目した変更が多いことが分かる

また、元データからの変更率と四つの変更項目に関しての有意な関連性は見られなかった。

5. 結論

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。

また、この事態への初動では個人やファブラボといった民間団体がムーブメントを牽引し、その後そのムーブメントに応えた中小企業が製作の下支えをしたことがデータから見えた。

製造においては不足を補うために何より「生産性」が重視されているが、同時に「機能性」を高める試みがなされてもいたことは、ものづくりの土壌の成熟も感じさせた。

現在、ファーストインパクトともいべきこの 3D プリンタによるメーカーズムーブメントは落ち着きを見せているが、課題も明らかになってきている。それは、医療従事者でないものが製作することによる、医療的観点の不足である。

これらの問題を解決するべく「FabSafeHub」[5]などのプロジェクトも始動しているが、今後はこのような医療的知見や情報の適時発信とその共有が重要になると考える。

謝辞

[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]にご回答いただいた皆様

※順不同

株式会社キャステム様 / ほわっと様 / 株式会社モノミラ様 / Face Shield Japan, SAKURA Tempesta 様 / 北海道北見工業高等学校様 / ㈱ケーヒン 吸気機構開発部様 / 津山工業高等専門学校様 / 筑波大学スポーツ R&D コア様 / 株式会社 DAIMEI ECS DCP チーム様 / FabLab 長野様 / 地球科学可視化技術研究所様 / 陣内和宏 (FabLab Saga) 様 / 渡辺達也様 / 千葉政明様 / 小松隆史 (小松精機工作所) 様 / 片山浩晶 (株式会社ストラタシスジャパン) 様 / 八木裕香子 (三木歯科医院) 様 / 小野正晴 (DiGITAL ARTISAN) 様 / 服部修一 (服部時計店) 様 / 加茂春菜様 / 木村朋道様 / 黒田悠生 (株式会社八木熊) 様 / 三枝千洋 (北海道臨床宗教師協会 (仮称)) 様 / 花本様 / 後藤尚久 (アンプローズ アンドカンパニー株式会社) 様 / 竹村真郷 (ファブラボ浜松) 様 / 濱中直樹 (ファブラボ品川) 様 / 監物真樹 (PC レスキュー) 様 / 春見明子 (岐阜県立東濃特別支援学校) 様 / 小嶋隆則 ((株)小嶋技研) 様 / 鐘居和政 (ファブラボ世田谷) 様 / 神子妙子様 / 小林豊 (イノベート須坂) 様 / 吉田真也 (SHINYA YOSHIDA DESIGN) 様 / 河野史明 (有限会社ディーエムシー) 様 / 佐藤諒弥 (東京工業大学附属科学技術高等学校) 様 / 上田康夫 (北海道大学) 様 / 坂口豊 (坂口歯科) 様 / 山内康広 (有限会社メタルテック) 様 / 藤原多喜夫 (株式会社ヒューテック) 様 / Yutaka ISHIZUKA (Dyshow industrie) 様 / 松島茂樹 (3dマイスターズ) 様 / 當間隆司 (武藤工業株式会社 3DP 事業部) 様 / 團浩二 ((株)リコー AM 事業センター) 様 / 金海博 (大阪焼肉 海南亭) 様 / 阿久津洋巳 (新潟リハビリテーション大学) 様 / 岩元清英 (FaceBook 3D PRINT FACE SHIELD) 様 / 徳井亜加根 (国立障害者リハビリテーションセンター学院 義肢装具学科) 様 / 長尾博文 (岡山県立興陽高等学校) 様 / 榎橋康博 (日本工業大学 先進工学部 ロボティクス学科) 様 / 山口直也 (株式会社北日本金型工業 総務人事経理課) 様 / 井上博臣 (三井住友海上火災保険株式会社 関西損害サポート第一部) 様 / 木村正 (宮城県登米総合産業高等学校) 様 / 星野浩通 (新潟リハビリテーション大学) 様 / ナリタタツヤ (Tinker.jp) 様 / 津坂富浩 (日本オールラック研究所) 様 / 霜村瞭 (株式会社 revot) 様 / 古川貴一 (株式会社ミマキエンジニアリング) 様 / 望田勇人様 / 平木雅彦 (高エネルギー加速器研究機構 機械工学センター) 様 / 伊藤正人 (Atelier AM) 様 / 後藤歩 (ヘンナモノ工房) 様 / 齊藤隆 ((株)シェアデザイン) 様 / 長谷川晴基 (長岡工業高等専門学校 ロボティクス部) 様 / 道用大介 (神奈川大学) 様 / 渡辺ゆうか (ファブラボ鎌倉) 様 / 木村裕之 (特定非営利活動法人まなひろ) 様 / 渡辺治 (FabLab 関内/フリーランス (建築 CG 制作)) 様 / 澤口剛 (富士工業株式会社 技術部) 様 / 橋本大智 (株式会社 tHin'nk.) 様 / 松岡幹人 (ティーシーエム合同会社) 様 / 依田健一 (D アカデミー株式会社) 様 / 塚原 敏彦 (Studio A-Dim) 様 / 大澤猛 (エヌシーアイ販売株式会社) 様 / 森澤友和 (The DECK) 様 / 清水隆志 (宇都宮大学) 様 / 植西美侑 (立命館大学 法学部 法学科) 様 / 吉岡純希 (慶應義塾大学 SFC 研究所/株式会社 NODE MEDICAL) 様 / 渡辺洋一郎 (ファブラボ広島安芸高田) 様 / 宮本誠 (株式会社みやもと 代表取締役社長) 様 / 下田亮 (チーム藤沢) 様 / 吉澤文様 / 脇本智正 (エス.ラボ株式会社) 様 / 中原健司 (タカノ株式会社) 様 / 當間隆司 (武藤工業 (株) 3DP 事業部) 様 / 西謙一 (NES株式会社) 様 / 大野秀晃 (株式会社ジャパン・メディカル・カンパニー) 様 / 池田武史 (i.Design Studio) 様 / 若林祐次 (株

株式会社アトラス様 / 佐々木隆嗣(㈱アビスト 3Dプリント事業部)様
/ 富永哲欣(小平あたりで CivicTech)様 / 岸竜也(株式会社キシテック 代表取締役)様 / 澤田安彦(Carbon 事業推進部)様 / 関信吾(株式会社アспект 営業部)様 / 松田晋幸(山口県産業技術センター)様 / 中澤啓明(有限会社中澤鋳造所)様 / 前田隼輝(徳島大学理工学部理工学科機械科学コース)様 / 桑原明伸(徳島大学技術支援部 常三島技術部門)様 / 八木岡亮(茨城県立土浦産業技術専門学院)様 / 木曾康全(カラタニエンジニアリング株式会社)様

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>
5. FabSafeHub
<https://fabsafehub.org/>

