

KSK-GH27-2

平成 27 年度 「安全・安心」及び「生活の質の向上」
に資する技術革新

3D プリンタによる 障害のある人の就労支援補助事業

平成 28 年 3 月

一般財団法人 機械振興協会 技術研究所



RING!RING!
プロジェクト
競輪の補助事業

この報告書は競輪の補助金により作成しました。
<http://ringring-keirin.jp>



障害のある人による3Dプリントサービスのビジネスモデル試行

— 目 次 —

1. はじめに	1
参考文献	1
2. これまでの取り組み	2
2.1 専門委員会	2
2.2 関連調査	2
2.3 簡易式 3D プリンタによる実習	2
2.4 ビジネスモデルの構築	2
3. 障害のある人による 3D プリントサービスのビジネスモデル試行	3
3.1 試行実験の位置づけ	3
3.2 設備および作業環境整備	3
3.2.1 3D プリンタの選定・導入	3
3.2.2 作業環境の整備	4
3.2.3 保護具・器具の準備	5
3.3 試行実験の実施内容	6
3.3.1 作業工程の概要	6
3.3.2 試行実験の実施条件の設定	9
3.4 試行実験の実施	10
3.4.1 試行実験の実施状況と難しさ	11
3.4.2 作業の面白さ	18
3.4.3 作業の汚れ	19
3.4.4 作業の臭い	20
3.4.5 作業の音	21
3.4.6 器具	21
3.4.7 保護具	22
3.4.8 他の工程	23
3.4.9 今後の作業	23
3.5 試行実験全体を通じた評価	24
3.5.1 良くできた回, 良くできなかった回	24
3.5.2 得意な工程・苦手な工程	25
3.5.3 分業化	25
3.5.4 日々の仕事として	26
4. 結論	27
謝辞	27

<研究>

障害のある人による3Dプリントサービスのビジネスモデル試行

藤塚 将行^{*1}, 保戸塚 久善^{*2}, 飯塚 保^{*3}, 木村 利明^{*2}, 松丸 誠一^{*3}

The attempts by people with disabilities of the business model of the 3D printing service

Masayuki FUJITSUKA, Hisayoshi HOTOZUKA, Tamotsu IIZUKA,
Toshiaki KIMURA & Seiichi MATSUMARU

1. はじめに

近年、我が国では加速する少子高齢化が大きな社会課題のひとつとなっている。減り続ける労働力人口の確保を目指し、働く女性への支援、定年の延長などの対応策を政府主導で展開しているが、内閣府のまとめによる労働力人口の長期予測推移は今後2060年に向けて大幅に減少することが予測されている。また技術研究所が立地する東久留米市でも現在11万5千人程度の人口が2040年には10万人を下回り、2060年には8万人以下になることが予測され、東久留米市まち・ひと・しごと創生総合戦略¹⁾では2050年代までの人口10万人を維持することを目標にまちづくり、ひとづくり、しごとづくりの観点で各種の施策に基づいた事業に取り組むこととしている。なかでも労働力人口の減少は、合計特殊出生率の急激な回復が望めない現状において、経済成長力の低下を招くため懸念が強まっており、高齢者や障害者による労働参加の拡大がひとつの解として期待されている。

高齢者の定年退職後における一定期間の労働参加に比べて、障害者の労働参加は就労可能期間が長く、自立による社会保障費の削減が中長期的に期待できるなど利点も多い。これまでの調査研究では障害者就労の高付加価値化を通じて我が国の直面する労働力人口の減少と社会福祉関係費増大の両課題を解決しうる取り組みについて検討を行ってきた。障害者就労の大きな課題は、限定された職種であること、極めて低い賃金・工賃で自

立に繋がりにくいといったことが挙げられる。本研究では平成26年度から検討を進め、一般に熟練が必要で危険を伴う作業も多いとされて障害者の就労の業種としては未開拓分野であった製造業へ、機械産業に関する当協会の技術・ノウハウを活用することで作業の簡素化や安全性向上等を検討し、障害者の高付加価値な就労を実現することを目指している。

昨年度の研究では高付加価値な就労として障害者が3Dプリンタを活用する3Dプリントサービスに着目し、持続的なビジネスモデルの立案とマーケットの視点、人とのマッチングの視点、3Dプリンタの設備・技術の視点から、その実現性を検証してきた。今年度は立案したビジネスモデルの中でも事業化の成否を握る部分といえる障害者による実作業の試行実験とその評価を行い、次年度以降の持続的な事業化に向けた検証を行う。本報告の構成は以下の通りである。

2章ではこれまでの調査検討結果のまとめ及びビジネスモデル化の取り組みの紹介を行い、3章において今年度実施した障害のある人による3Dプリントサービスのビジネスモデル試行の概要及び結果の報告と検証を詳細に述べ、4章で本報告書を総括する。

参考文献

- 1) 東久留米市まち・ひと・しごと創生総合戦略
(平成28年3月版)

http://www.city.higashikurume.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/005/229/3_sougou2803.pdf

^{*1}技術開発センター ^{*2}企画管理室
^{*3}産学官連携センター (東久留米)

2. これまでの取り組み

本事業では、障害者の高付加価値な就労として3Dプリントサービスビジネスの実現を支援し、「障害のある人が幸せに暮らせる社会創造」を行うことを目的としている。その実現のため、平成26年度は、実現可能なビジネスモデル（マーケット、人、設備）を創出することを目標として様々な検討を行った。

2.1 専門委員会

障害者就労の領域、3Dプリンタの領域は共にこれまで技術研究所が培ってきた技術や経験が活かせる領域とは大きく異なる領域であるため、外部有識者の意見を集約する場が必要となった。そこで本事業を円滑に実施展開させるための発案・提言を行うことを目的として、学術・福祉・企業・行政関係者で構成する専門委員会を設置した。この専門委員会の概要は以下の通りである。

委員会名：

障害者の就労に資する3Dプリンタ技術普及専門委員会

委員数：委員長1名、委員10名、事務局4名

委員：

- | | |
|------|-----------------------------------------------------------------------|
| 学術 | 公立大学法人 首都大学東京
産業技術大学院大学 |
| 福祉 | 特定非営利活動法人 武蔵野の里
社会福祉法人 森の会
特定非営利活動法人 コイノニア
東久留米市立 さいわい福祉センター |
| 企業 | 株式会社JMC |
| 行政 | 東久留米市 福祉保健部 |
| 事務局： | 一般財団法人 機械振興協会 技術研究所 |

なお平成26年度は委員からの話題提供や障害者就労の現状報告、今後の進め方などが9回の委員会活動で議題となり、障害者による3Dプリントサービスのビジネスモデル構築に向けた活発な議論が行われた。本委員会では試行実験実施に向け27年度も継続設置される。

2.2 関連調査

本事業はビジネス化が最終目的であるため様々な目線での動向調査が不可欠である。主なものとしては障害者就労の現場から見たマーケット視点の調査と3Dプリンタの設備・技術視点の調査である。特に障害者が多く活躍される特例子会社の現場は様々な障害を抱える方々が活躍するためのノウハウの宝庫であり、規模も業種も様々な6事業所について調査を行った。また3Dプリンタの設備・技術の視点では3Dプリンタ製造メーカーや実際に3Dプリントサービスを行う会社などを訪問調査し造形後の後処理体験を行うなど、障害者が活躍しやすい造形方法や受注につながる機器選定などについての知見を得ることができた。

2.3 簡易式3Dプリンタによる実習

障害者に活躍していただくことを念頭に置いた時に大きな課題となるのが障害のある人と作業とのマッチングである。この点を検討するため、就労支援事業所の指導者、行政向けに3Dプリンタの実習セミナーを関連調査と並行して合計5回開催し、参加した専門家の意見を汲み上げ、障害者の3Dプリント出力サービスへの適用性を検証した。日ごろから障害者の就労に関わる指導者の方々からのコメントには現場ならではの意見が多く、作業内容、作業時の接し方だけでなく機器選定にも必要な情報が得る場となった。

2.4 ビジネスモデルの構築

障害者の高付加価値就労として3Dプリントサービスのビジネスモデルを立案し、マーケットの視点、障害のある人との作業とのマッチングの視点、3Dプリンタの設備・技術の視点から、その実現性を検証した。これらの事業実施において、機械振興協会の技術・ノウハウを活用し技術的課題の解決をはかる。

立案したビジネスモデルを図2.1に示し、以下に説明する。法人、コンシューマ等の顧客は3Dプリントサービス企業に3Dプリントを発注する。通常、3Dプリントサービス企業は顧客から3Dデータを受け取り、所有する3Dプリンタで3Dプリントを行って、納品/請

求を行う流れとなる。

3D プリントは一般的に時間がかかり（数時間～数十時間）、繁忙期等は仕事が溢れ、外注を求めるケースも多いと言われている。本事業で目指すビジネスモデルは、3D プリント出力を3D プリントサービス企業から下請けとして請け、障害者が作業を行うモデルである。3D プリントサービス企業との受発注の窓口や管理は、障害者就労のためのNPO等の団体が行うことを想定している。機械振興協会は、商用3Dプリンタを導入してその団体への貸出しと技術支援、および作業スペースの貸出しを行う。これらの活動が円滑に進められるよう、近隣自治体とも協調していく。

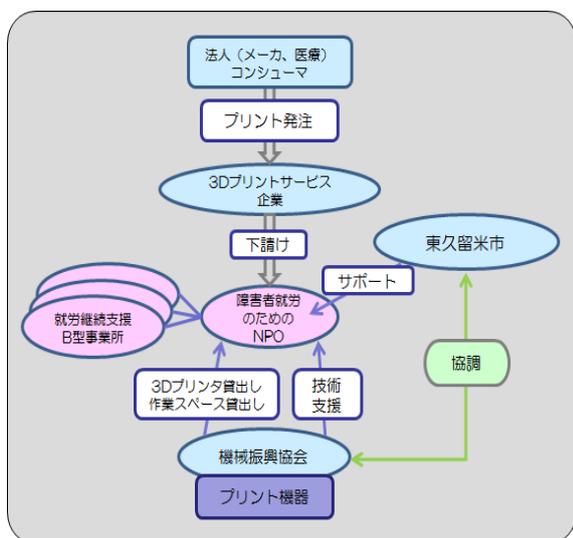


図 2.1 障害者による 3D プリントサービスのビジネスモデル案

なおビジネスモデル検証のために設定した 3 つの視点では事業化をさらに進める際にさらに詳細な検証が必要である。具体的には安定的な受注、障害の特性や幅広い個人差にあった作業工程・方法の選択などの配慮、選定・導入される 3D プリンタの造形手法や機種に依存する部分の安全性確保などは昨年度から継続的に設置される専門委員会と 3D プリントサービスの試行実験を通じて検討を行っていく予定である。

3. 障害のある人による 3D プリントサービスのビジネスモデル試行

本事業の大目的は障害者の高付加価値就労として 3D プリントサービスビジネスの実現を支援し、「障害のある人が幸せに暮らせる社会創造」を行うことである。これまでの取り組みで検討してきたビジネスモデルが成り立つかを検証する際に不可欠なのは、就労する障害者と作業内容とが円滑かつ持続的にマッチングするかという点である。そこで今年度の取り組みとして商用プリンタを導入し、ビジネスモデルの一部分を切り出し、本事業に参画している就労支援団体の協力により、障害者の方々に実作業に近い後処理工程の内容を試行していただき、その結果をまとめ、検証することとした。

3.1 試行実験の位置づけ

今年度実施する試行実験は構築したビジネスモデルの中から一部分を切り出し、設備をレンタル保有する機械振興協会技術研究所と障害者の方が所属される就労支援団体の間で契約を結んで実施する。就労支援団体は近隣の東久留米市、西東京市から 3D プリントサービスへの参画を検討されている団体を募り、5 団体の協力を得ることとなった。なお試行にあたってはそれぞれ団体に選んでいただいた 5 名程度の障害者の方と指導員の方に参加していただくこととした。

3.2 設備および作業環境整備

障害者の方々による作業実施に先がけて、設備の導入や作業スペースの確保、そして十分な安全の確保について関係各所と検討を重ね、万全の態勢で実施できるような環境の整備を行った。

3.2.1 3D プリンタの選定・導入

造形機である 3D プリンタの選定は作業内容や設置環境の整備が異なるだけでなく、将来的な受注数にも大きな影響を与える。そこで昨年度の訪問調査の結果を基に専門委員会に諮り、意見の集約を行った。事業実施に十分な受注が見込める市場性を考慮した結果、造形方式を樹脂粉末焼結方式と光造形方式の 2 つに絞りこみ、後処理工程の作業性、安全面などを考慮し光造形方式を採用

するに至った。なお本年度は事業実施の試行段階のため購入ではなくレンタルによる導入をした。導入された3Dプリンタを図3.1に、その仕様を表3.1に付属のUV硬化装置を図3.2に示す。



図3.1 レンタル導入された3Dプリンタ

表3.1 レンタル導入された3Dプリンタの仕様

モデル	Rapid Meister ATOMm-8000
搭載レーザー	半導体励起固体レーザー 1.2W 80KHz
走査方式	デジタルスキャナ方式 (TSS4)・ダイナミックフォーカス制御方式
レーザー保証時間	1年間
最大走査速度	45m/sec
硬化径	0.10~0.60mm (自動可変)
最大造形サイズ	800×600×400mm
Zテーブル	最小積層ピッチ50μm ※樹脂により異なる
リコータ	ヴェントリコータ方式
液面制御	バルーン方式
電源仕様	AC100V×1回路 20A
装置外形寸法	W1900×D1190×H2170mm
装置重量	約1,200kg (樹脂含まず)
ソフトウェア	C-Sirius
オペレーション	日本語版/英語版



図3.2 付属のUV硬化装置

3.2.2 作業環境の整備

3Dプリンタによる造形作業はプリンタやUV硬化装置だけを設置すれば実現できるものではない。特に本事業で活動の中心となる造形後の後処理には洗浄や磨きなどの工程があり、障害のある方が抵抗なく安全に作業するためには作業環境の整備が必須となる。今年度はその一環として以下のような対応を行った。

・作業室

造形を行う3Dプリンタを設置する造形室のほか、洗浄および洗浄液の吹き飛ばしを行う洗浄室、またUV硬化後の磨きやふき取りを行う仕上げ室、そして作業される方の休憩室をそれぞれ技術研究所内に用意した。なお洗浄室は汚れや臭気が外部へ漏れることないようにパーティションとドアにより区切ることで他の作業室の作業環境を確保することを実現した。(図3.3)。またUV硬化前の樹脂効果を避けるため造形室および洗浄室の

蛍光灯はUV カットタイプのものを、必要に応じて防爆型のものを採用している。

- ・ドラフトチャンバ

取り外した造形物の洗浄に用いる洗浄液(エタコール7)はアルコールと水の混合物である。安全性が高いことは確認済であるが、揮発性であることから室内作業時にはアルコール臭がするため、作業者の負担を軽減する目的で揮発したアルコールを吸気排出するためのドラフトチャンバを洗浄室内に設置した。設置したドラフトチャンバの写真を図3.3に示す。



図3.3 ドラフトチャンバ

なおドラフトチャンバ本体は耐薬品性に優れる塩ビ製であり、造形樹脂や洗浄液などを拭き取りや洗浄をしやすくしている。内部の蛍光灯は不要な硬化を抑えるUVカットタイプに変更しており、左部に臭気等を吸着させる活性炭フィルタを備えており技研周辺への負荷低減も可能な限り実施した。ドラフトチャンバ導入にあたっては風量調整も大変重要である。特に今回想定される事業では吹き飛ばした洗浄液などにより作業時以外も継続的な洗浄液の揮発が予想される。そこで造形室前廊下にも吸気口を設け、換気時とドラフトチャンバ使用時のいずれにおいても洗浄室の排気が逆流しないよう調整を行った。

- ・エアおよび給排水

造形の後処理工程では洗浄後の洗浄液と磨きにより発

生した粉を吹き飛ばすため、隣室にエアコンプレッサを置き、洗浄室内と仕上げ室の2か所にエアガンを配置した。またドラフトチャンバ内に給排水を用意し、洗浄などがやりやすいよう整備を行った。

3.2.3 保護具・器具の準備

造形の後処理工程では洗浄や磨きなど汚れや臭いが気になる工程があるため保護具が必要となる。用意したものはゴーグル、マスク、エプロン、腕カバー、ゴム手袋、靴カバーで、それぞれを身に着けた様子を図3.4に示す。なお試行実験においては保護具の使い勝手も同時に調査し、使い勝手がよくより負担感の少ない保護具に改善していく予定である。



図3.4 保護具の装着例

器具は主に洗浄や磨き、拭き取りに使う道具であり、作業効率を上げるために比較的使いやすく安全な器具を用意した。洗浄用には細い穴や深い穴などの手の届かない箇所を傷つけることなく洗浄できる大小の筆を用意した。磨きの工程には粗さの異なる240番と400番のスポンジやすりと紙やすり、そしてそれを両面テープで貼り付けて使う樹脂ブロック、狭い部分の磨きで使うスーパーテルや割り箸、ピンセットなどを用意した。3Dプ

リント造形サービスを行う会社の方の話によると磨きの道具は作業者がその造形物にあわせて創意工夫をして作成することも多いため、試行実験の状況に応じて道具も拡充や改善を行うこととした。拭き取りには厚手のティッシュペーパーと洗浄液を入れるPP製洗浄瓶を用意した。

3.3 試行実験の実施内容

本節では試行実験で障害者および指導員に実際に行ってもらった作業内容を紹介する。3Dプリントサービスにおける造形作業の工程全体は図3.5に示す通りである。また赤枠の中に使用する保護具を記載している。

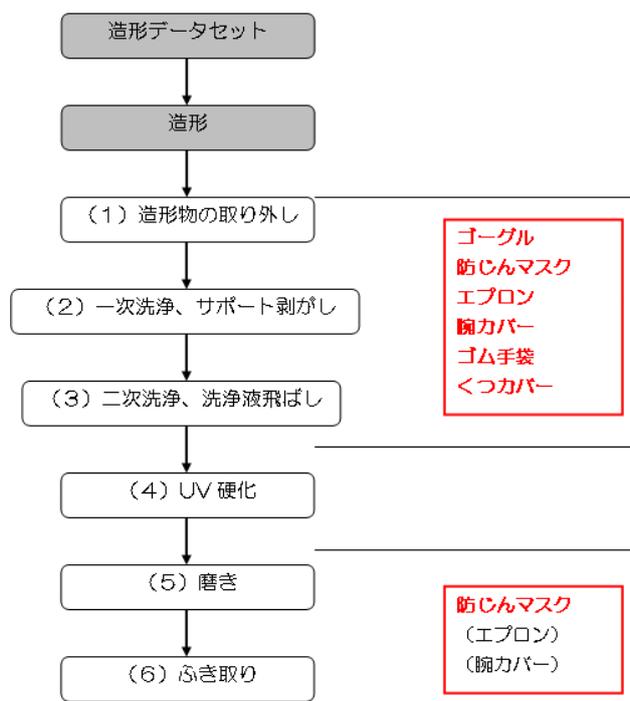


図3.5 3Dプリンタによる造形作業の全工程

この工程内で障害者による就労作業内容として実施想定しているのは(1)～(6)の項目である。今年度は造形データのセットおよび造形については試行実験中に随時説明・解説を行うことにとどめた。次に各工程についての説明を行う。

3.3.1 作業工程の概要

(1) 造形物の取り外し

造形後の造形物を3Dプリンタから金属ヘラを使って取り外す工程である。造形物のサイズに応じて幅広と長いヘラを使い分ける必要があるだけでなく凹形状の造形物の場合は内部に樹脂が溜まってしまうため、取り外した後、樹脂の粘度も考慮して5分程度逆さに置き、樹脂を切る必要がある。造形物の取り外しの様子を図3.6に示す。



図3.6 造形物の取り外し

造形物を取り外す際、造形テーブルの上にはサポートの破片などが散乱してしまうため、次の造形に向けたテーブル清掃を行う必要がある。造形テーブルにはパンチ穴が開いているため、落とさぬようにヘラでかき集め、ティッシュで拾う。試行実験においては事業化を想定した作業としてテーブル清掃も作業の進捗に応じて実施してもらったこととした。

(2) 一次洗浄、サポート剥がし

造形物にはせり出した部分の重力による変形を防ぐために下部に支えとなるサポート材がついている。この工程ではそのサポート材の取り外しと造形物表面に残った液体樹脂を、ゴム手袋をつけた指先で全体的に落とす作業を行う。底面積の広い造形物は下部のサポート量が多いため取り外しが困難になりやすく、数分程度洗浄液に漬け置きしておき、サポート材を軟化させて外すな

どの工夫が必要となる。漬け置き時間が長すぎるとふやけてしまい逆にサポートが外しにくくなる点にも注意が必要である。一次洗浄を図3.7に、サポート剥がしの様子を図3.8に示す。



図3.7 一次洗浄



図3.8 サポート剥がし

(3) 二次洗浄, 洗浄液飛ばし

一次洗浄後の造形物を筆や刷毛などを使い、繊細に洗浄する工程である。仕上がりをよくするため洗浄液も一次と使い分け、二次では新しい洗浄液を使用する。特に角や穴やそして溝など注意深く洗浄する必要がある。洗浄液も残存した樹脂液もともに液状だが、光に当てると色味が異なるため、洗浄残しが無いように洗浄と目視確認を繰り返す。なおこの工程が不完全だとはい合わせ不

良や止り穴の深さ不足などが生じるため、構造物としての機能にとって特に大事な工程といえる。

洗浄液飛ばしは洗浄後の洗浄液をエアガンで吹き飛ばす工程である。作業難易度は造形物全体をくまなく吹く必要があるもののそれほど高くはない。むしろ障害者就労の作業内容としてはエアガン使用時の空気音や吹き飛ばしによる洗浄液の揮発によるアルコール臭などについて配慮が必要であり、ドラフトチャンパ内の作業を徹底する必要がある。二次洗浄の様子を図3.9に、洗浄液飛ばしの様子を図3.10に示す。



図3.9 二次洗浄



図3.10 洗浄液飛ばし

(4) UV 硬化

造形機で紫外線レーザーにより硬化された造形物は仮

固定の状態であり、薄い平板などは手でも曲げることが可能なほどの可塑性を残している。この工程ではその仮固定の状態の造形物をUV硬化機で完全に硬化させる。UV硬化機の外観は図3.2で示した通りであり、扉を開けて造形物を置いた後は装置上部のボタン(図3.11)により操作する。右部の操作により電源を入れ、左部で露光時間を設定しボタンにより露光させる。造形物のサイズ等により露光時間を微調整する場合も考えられるが5分を標準設定としている。



図3.11 UV硬化装置の操作部

造形物表面はUV照射により熱を持つことや硬化収縮による微細な変形が生じることが知られている。そこで熱や硬化収縮の偏りをなくすため、表と裏を交互に計4回を繰り返し露光させることとしている。

(5) 磨き

硬化させた造形物を紙やすりやスポンジやすりなどを使って磨く工程である。磨き前の造形物には積層ピッチによるものとサポート材が付着していたことによる凹凸が存在する。一般的に積層ピッチによる凹凸まで磨く場合は追加料金の生じる作業となることが多いため、この工程はサポート材の付着箇所に残った部分を磨き落とすことに限定した。作業効率と削りすぎによる失敗を無くすことを考慮し、やすりの粗さは粗い240番と細かい400番を用意した。磨きの手順はまず粗いやすりで磨き、粗いやすりで生じた凹凸を細かいやすりで落とし

た後、再度粗いやすり、そして細かいやすりと二回繰り返し磨く。緩やかな湾曲部は形状に沿って手で磨くことになる。平面部は手磨きによる凹凸により不良とならないように平らな樹脂ブロックに両面テープで紙やすりを貼り付けて磨くことで平面を維持させる。樹脂ブロックを使って平面部に磨き作業を行っている様子を図3.12に示す。また凸形状の角部は磨きすぎると角が落ち、不良となりやすい。導入される造形機は造形物の形状精度が高いため、仕上げの際は形状を損なわないよう注意深く磨く必要がある。



図3.12 磨き

細かい溝や穴など指の入りくい箇所はスパーテルや割り箸などの先端に紙やすりを貼り付けた器具を作成するなどして、磨き残しの無いように作業する。

磨き作業終了後、作業で生じた粉をエアガンできれいに吹き飛ばす。

(6) 拭き取り

磨きで生じた粉を吹き飛ばした後も造形物の表面にはわずかな粉が残っている。粉が残存している箇所は白く曇ったように見えてしまうため、洗浄液を厚手のティッシュペーパーに染み込ませ磨いた箇所を中心に造形物全体のふき取りを行う。深さのある穴は届かない場合があるため拭き残しになりやすく、長さのある綿棒などを使って拭き取る。拭き取り作業実施の様子を図3.13に示す。

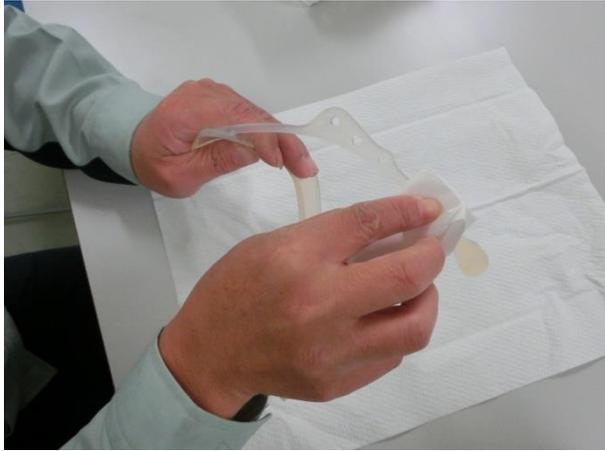


図3.13 拭き取り

3.3.2 試行実験の実施条件の設定

本試行実験は障害者就労支援団体の協力のもと、障害者と指導員の参加により実施される。各支援団体では試行実験実施中も日常的な就労支援活動は実施されており、障害者および指導員の方々に過度の負担増にならないよう配慮を行う必要がある。そこで試行に参加いただく団体向けの事前確認会を開催し、試行実験についての協力をもとめ、理解を深めてもらった。さらに専門委員会での意見交換により試行実施のアウトラインを決定した。具体的な検討項目は団体ごとの試行回数、試行スケジュール、試行で用いる造形物の選定、1日の作業日程、試行後の評価などが中心である。

以下に実施概要を記す。

参加人数：障害者5名以内程度、指導員1名以上

団体毎の試行回数：4回（週1回ペースを基本）

試行スケジュール：11月1団体、12月1団体

1月3団体

試行で用いる造形物：4種類（(株)JMCから提供）

一日の作業時間：10～16時（12～13時は昼休憩）

施行後の評価：アンケートによる意見集約と(株)JMCの協力のもと機械振興協会技術研究所が実施

団体毎の試行回数はそれなりの習熟が見込める全4回とし、週1回ペースで参加者の負担を減らす。試行スケジュールは当初月1団体のペースで検討していたが各団体の活動が優先であり、試行に参加希望した団体のいくつかではクリスマス・年末年始に向けて多くの活動が予定されていることから、年内は月1団体ずつで1月に3団体の実施とした。試行で用いる造形物は(株)JMCに協力いただき、平易なものからやや難しいものまでを4種類を用意することができた。特に第2回目の造形物は(株)JMCの取引先企業のご厚意により実際の発注と同等の実践的な造形データ（遊戯機械のギミック）を提供いただいた。選定した造形データによる造形物をそれぞれ図3.14から図3.16に示す。なおギミックについては権利の関係上、図示を割愛する。



図3.14 第1回（ペダル）



図3.15 第3回（エンジンヘッドカバー）



図3.16 第4回 (吸気マニフォールド)

一日の作業時間は10～12時と13時～16時の最大5時間とし、昼休憩の前後にUV硬化となるようなスケジュールを想定した。施行後の評価については11月の1団体が終了した時点で(株)JMCに仕上げ品を持ち込み、評価のポイントについて解説を受けた。そのポイントをもとに仕上げ品ひとつひとつの評価を行った。また各回の終わりに障害者、指導員全体の自己評価と感想をアンケート形式で回答してもらい、それらをまとめた。

3.4 試行実験の実施

施行前の事前確認会に参加した団体の中から試行実験に協力いただける団体と個別に業務委託契約を取り交わした。本年度の試行実験に参加する5つの障害者就労支援団体と参加者数を以下に列挙する。

- ・社会福祉法人 椎の木会 第二どんぐりの家
参加人数3名, 指導員2名(交代)
- ・社会福祉法人 森の会 バオバブ
参加人数3名 指導員1名
- ・NPO 法人 コイノニア
参加人数4名, 指導員2名(交代)
- ・社会福祉法人 睦月会 ほうや福祉作業所
参加者5名, 指導員2名(交代)
- ・NPO 法人 武蔵野の里 くるめパソコン作業所
参加者5名, 指導員1名

参加者の障害の種類は精神が8名、知的が10名、身体と知的の方が1名、精神と知的の方が1であった。なお参加された方の大半が就労継続支援のサービスを利用されており、2名が自立支援サービスの利用者である。試行実験全体の参加者数は延べ74人、指導員が述べ21名であった。

第1回から第4回までの作業では前述したとおり造形物が徐々に複雑になっている。仕上げに作業箇所が分かりやすいようにサポート材が付着していた部分を視認しやすくした作業見本を作成した。その見本を図3.17から図3.19に示す。なお作業見本中、赤で着色されている箇所は表面部、青で着色されているのが内部部であり、第4回の吸気マニフォールドの難易度が高いことがこの写真から理解できる。

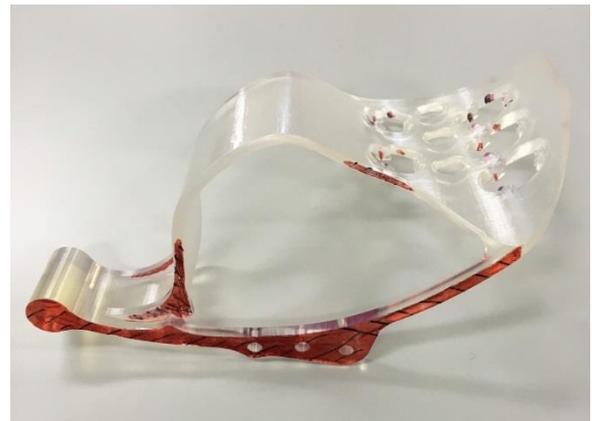


図3.17 ペダルの作業見本

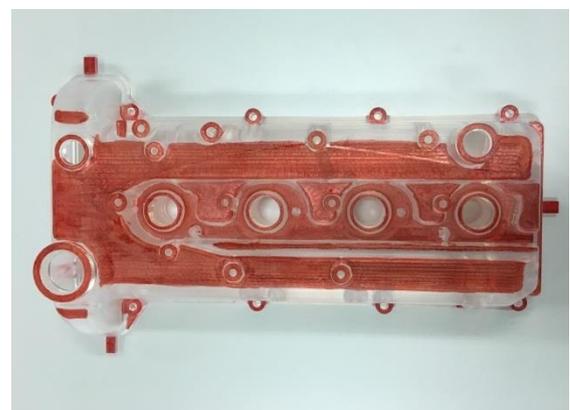


図3.18 エンジンヘッドカバーの作業見本

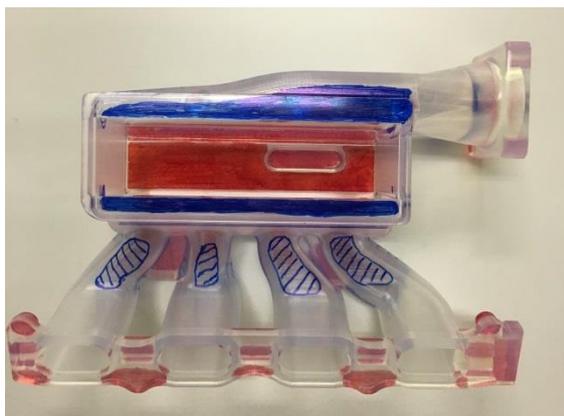


図3.19 吸気マニフォールドの作業見本



図 3.20 造形物の取り外しの様子

3.4.1 試行実験の実施状況と難しさ

次に第1回から第4回までを通した各工程の作業の状況を難しさに関するアンケート結果と併せて紹介する

・造形物の取り外し

この工程は造形物のサイズに応じて取り外しの難易度が異なる。大きな造形物は小型の金属ヘラでは取り外しが困難で、細長い金属ヘラとの使い分けが必要であることから1,2回目に比べると2,3回目の難易度が高。また凹形状に造形されるため樹脂を切る必要が生じるのも3,4回目に特有の特徴である。図3.20に第3回の造形物取り外しの様子を示す。造形物が大きいため、細長い金属ヘラを使用し、取り外した造形物を逆さにして樹脂を切っている様子が確認できる。

図3.21に造形物の取り外しの難しさに関するアンケート結果を第1回から第4回についてまとめたものを示す。第1回は底面積が他の造形物に比べて極端に小さいこともあるが、2回目以降

は難易度が上がっているにも関わらず簡単だという回答が多いのが特徴的である。特に底面積が大きくなる第3回で難しいという回答も簡単という回答も増加しているのは難易度の上昇と習熟の影響が混在しているためと考えられ、非常に興味深い結果である。第4回の結果から難易度が高い造形物でも最終的には7割程度が難しさを感せず作業できていることがわかる。

参加者の意見では「造形物の取り外しは前よりもデリケートで注意を要するものでした。」という注意深い取り組みがわかる回答や「取り外しはヘラをしならせるのが難しい」、「造形物の取り外しでヘラの使い方がイマイチわからないところがあります。」、「長いヘラが動かしぶらい。」といった造形物の大きさに合わせたヘラの使用や使い方に苦労している様子が確認できる結果となった。

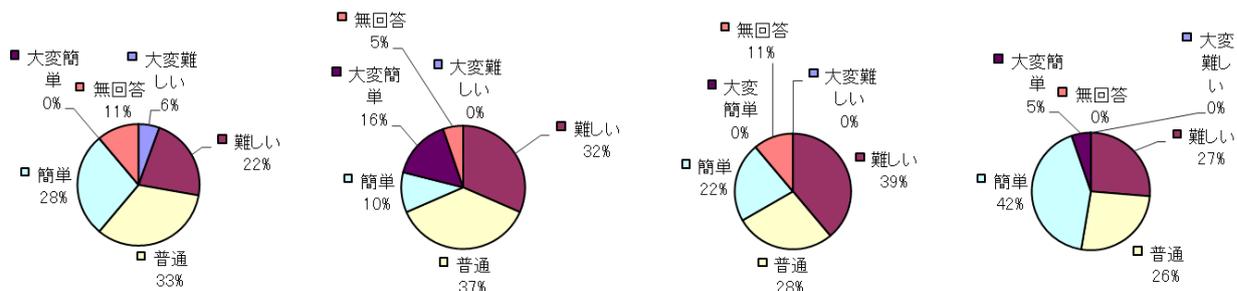


図 3.21 造形物の取り外しの難しさ (左から第1回～第4回)

・テーブル清掃

実際の事業実施を想定し、各グループの作業習熟度に応じて元々の作業工程に追加してテーブル清掃にも取り組んでもらった。この作業も造形物の取り外しと同様に造形物が大きいと清掃箇所が広がるだけでなくサポート材のゴミが多く出るため難易度が上昇する。また、テーブルにはパンチ穴が開いているため、そこからゴミを落とさないように気を付けて作業すると難しさを感じやすい。実際のテーブル清掃の様子を図3.22に示す。写真からもまとめたゴミをこぼさないようにティッシュでつかみながら注意深く作業している様子を確認することができる。



図 3.22 テーブル清掃の様子

参加者の意見にも「テーブル清掃の時に、残りカスをきかいの下におとさないようにするのがむずかしかったです。」や「紙で押さえながらやっても、ピッと飛んでしまった。」と難しかったという回答が多い中、「紙で押さえながらやったら、出来た。」と習熟したことを実感しているものまで様々な回答が得られた。

なおこの工程については後から追加した工程であるため、難易度や習熟度がまちまちであることから実際の事業実施の際の取り扱いについては別途検証する必要がある。

図3.23にテーブル清掃の難しさに関するアンケート結果を第1回から第4回についてまとめたものを示す。無回答が多いのは作業習熟度や進捗に応じてテーブル清掃を実施できなかった回があったためである。作業に習熟していくにつれてゴミをパンチ穴に落とさないよう清掃する難しさに気づくため、同じ作業でも難しいと感じ、難しいや普通といった回答が目立っている。底面積の一番広い造形物のエンジンヘッドカバーにだけ大変難しいが確認できるのも妥当な結果であるが清掃範囲がどの程度広くなると困難さを感じるのかなど興味深い結果となった。

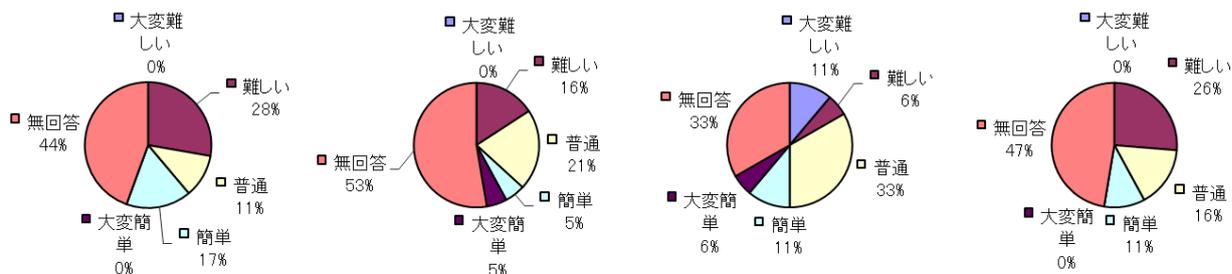


図 3.23 テーブル清掃の難しさ（左から第1回～第4回）

・一次洗浄，サポート剥がし

一次洗浄の難易度は造形物のデザインやサイズに影響されると考えられる。作業はゴム手袋を装着した指を使って洗浄するため，指先の届きやすさに最も大きく影響される。したがって構造の複雑さが増すほど洗浄残しが生じる可能性が高く難易度が高くなる。特に第2回のギミックはデザインが細かく，第4回の吸気マニフールドは管部があるため構造が複雑で難易度が高いと予想される。一次洗浄に取り組んでいる様子を図3.24に示す。造形物の表面に液体樹脂が残っていると滑りやすく，また洗浄液内では液体樹脂が見分けにくいいため，洗浄液内で洗浄し，持ち上げて確認し，再度液内で洗浄する作業を注意深く繰り返す。洗浄作業は次の二次洗浄の工程でさらに細かく洗浄するため，指先で確認できる部分の大半を洗浄し終えたら次の工程に進めてもかまわない。



図3.24 一次洗浄の様子

サポート剥がしの場合，サポート付着部の大きさと構造の複雑さに依存して難易度が高くなると考えられる。特に第3回のエンジンヘッドカバーと第4回の吸気マニフールドはサポート付着部が多い造形物である。中でも吸気マニフールドは造形物の内部にもサポートが存在し，

指先が届きにくい細い管の中のサポートまで剥がさなくてはならない。サポート剥がしに取り組んでいる様子を図3.25に示す。



図3.25 サポート剥がしの様子

図中では2名の参加者がゴミ箱の上で造形物に付着したサポート材を散乱しないよう丁寧に剥がしている様子が確認できる。3.3.1でも述べたとおりサポート材が密に付着している部分は剥がすのに力が必要なため，漬け過ぎないように注意して洗浄液に漬け置きしてから剥がすことですべての参加者が剥がしきることができた。図3.26に一次洗浄，サポート剥がしの難しさに関するアンケート結果を第1回から第4回についてまとめたものを示す。

第2回のギミックでは構造の細かさ複雑さから唯一大変難しいという回答が確認できる。第1回から徐々に難易度の高い造形物になっているが，難しいと感じる参加者は第4回の吸気マニフールドでも37%である。またこの造形物は造形物内部に相当量のサポートがあるにもかかわらず，32%が簡単と回答しており，事前の予想と大きく異なるアンケート結果となった。全体的には難易度の上昇よりも習熟が進んだ結果であると考えられる。

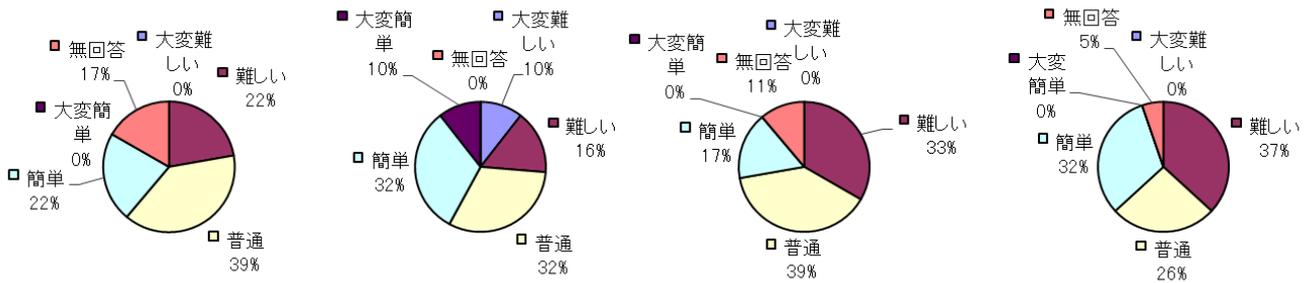


図 3.26 一次洗浄，サポート剥がしの難しさ（左から第1回～第4回）

参加者の意見にはサポート剥がしでは「サポートはがしの時に残らないようにするのもむずかしかったです。」や「サポートが1度では、全てははがれていなくてやり直した。」、「細かい形状の部分や予想外の部分に余分があるのが少しわかりづらかったがアドバイスをいただいて出来て良かった。」と困難さを感じながらも懸命に取り組んだという回答が多く見られた。また一次洗浄では指先を使って複雑な構造を懸命に洗浄しようとした結果、「手袋がやぶけた。」というものや「一次洗浄で部品に傷がついてしまったが修復できて良かった。」という回答が得られている。この内容からも参加者の熱心さと洗浄時の力加減の難しさを感じられる結果となった。

- ・二次洗浄，洗浄液飛ばし

二次洗浄は洗浄作業の仕上げ工程であるため、洗浄残しがないように微細部にまで注意して作業しなくてはならない。特にこの後のUV硬化の工程で樹脂を完全に硬化させてしまうため、洗浄残しにより残存した樹脂が硬化し、はめ合わせがうまくいかない等、構造物としての機能を失わせるおそれがある。またUV硬化前の軟らかい造形物に対して筆や刷毛等の道具を使って洗浄するため指先での洗浄と異なり、毛先をかき回している部分などで造形物に傷をつけてしまわぬよう注意が必要である。図 3.27 に二次洗浄に取り組んでいる参加者の様子を示す。



図 3.27 二次洗浄の様子

洗浄液飛ばしは二次洗浄後の造形物表面についた洗浄液をエアガンで吹き飛ばす工程である。前述したとおり、洗浄液は吹き飛ばしにより激しく気化するため、アルコール臭が苦手な参加者には負担軽減策を講じなくてはならない。これについてはどの程度が負担に感じているかなどと併せて臭いについての項目を別途まとめた。またエアガンは使用時には耳障りな音がする道具である。特に細穴等を拭く際には大きな高音がするため、音に敏感な参加者には配慮が必要である。図 3.28 に洗浄液飛ばしの様子を示す。ドラフトチャンバ内部に向けて慎重に吹き飛ばしを行っている様子が確認できる。



図 3.28 洗浄液飛ばしの様子

図 3.29 に二次洗浄，洗浄液飛ばしの難しさに関するアンケート結果を第 1 回から第 4 回についてまとめたものを示す。難易度が高くなるのに比べて難しさを感じると答えた回答はほぼ横ばいであり，第 2 回，第 3 回で大変難しいという回答が見られたのに対し，筆等の届きにくい構造の第 4 回では確認されなかった。

洗浄不足で穴がふさがれることを事前に説明したこともあり，参加者の意見でも「穴を洗うのがむずかしかった。」や「穴の中を洗うのがむずかしかった。」という穴部についてのコメントが多く，説明を意識しながら注意深く作業に望んでいることがよくわかる結果となった。

この工程ではアルコール臭に関する回答が多かったため，臭いに関する検証で個別に報告する。

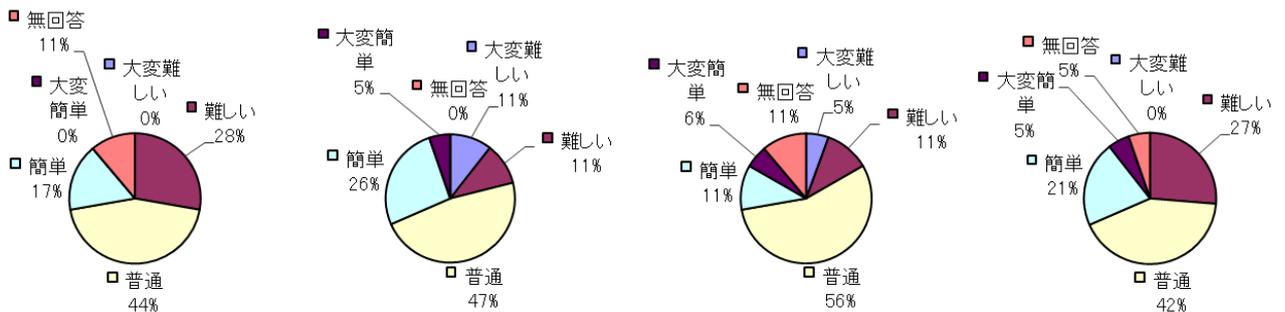


図 3.29 二次洗浄，洗浄液飛ばしの難しさ（左から第 1 回～第 4 回）

・UV 硬化

造形物を完全に硬化させるこの工程はどの造形物でも標準的な 5 分の露光を造形物の表裏に繰り返して合計 4 回，20 分行うため，造形物の置き方以外に難易度の違いとなる要素はない。造形物の置き易さ難易度を考慮すれば第 1 回のペダルと第 2 回のギミックは形状が箱型でないため，難しさを感じる事が予想される。図 3.30 に UV 硬化装置に造形物を配意する作業の様子を示す。



図 3.30 UV 硬化の様子

図はペダルを並べている作業であるが，どちらを表とするかの判断は難しく，見本や他の参加者の置いた造形物を見ながら置いているケースが多く，3D プリントサービスで一般的な少量多品種を扱う際には工夫が必要と考えられる。

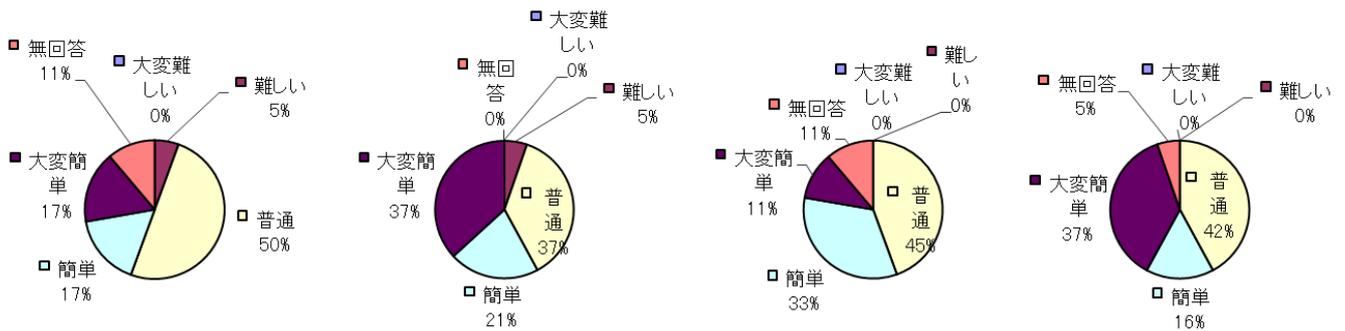


図 3.31 二次洗浄，洗浄液飛ばしの難しさ（左から第 1 回～第 4 回）

図 3.31 に UV 硬化の難しさに関するアンケート結果を第 1 回から第 4 回についてまとめたものを示す。ペダルとギミックについて難しいと回答した参加者がいたものの、全 4 回を通して 95%以上が難しくないと回答する結果となった。また難易度が低く印象に残りにくい工程であったためか参加者からのコメントも得られなかった。

・磨き

硬化後の造形物に残るサポートの跡を磨いて目立たなくする工程であり、全工程の中でもっとも高難易度の作業といえる。第 1 回のペダルはサポート付着部が少なく比較的容易だが、第 2 回のギミックは形状が細かく磨くポイントが点在しているため難易度が高い。また第 3 回のエンジンヘッドカバーと第 4 回の吸気マニフォールドは底面が広い造形物でサポート付着部が広いいため作業量が多い。特に吸気マニフォールドは造形物内部にもサポートがついていたため作業量が多いだけでなく、他の造形物とは質の異なった磨きにくさがある造形物である。図 3.32 に磨きの作業を行っている様子を示す。図中ではエンジンヘッドカバーの底面に平面を損なわないよう紙やすりを樹脂ブロックに貼り付けたもので磨いている様子が確認できる。



図 3.32 磨きの様子

作業工程の概要でも述べたとおり磨きはサポート付着部の跡が目立たなくなれば作業完了であり、磨き過ぎてしまうと元の形状を損ねてしまうことになる。特に角の部分は磨き過ぎにより角が落ち丸くなってしまうので形状を損なって不良にならぬよう注意が必要である。先ほどの写真では参加者が紙やすりを樹脂ブロックに貼り付けた道具を作成して使っていたが、狭くて届かないところを磨くためには細い棒状のスパテルや割り箸などに紙やすりを貼り付けて丹念に磨くことが重要である。実際にどのような道具を作っていたかを図 3.33 に示す。



図 3.33 実際に作成・使用された磨きの道具

写真上部には樹脂ブロックを用いたもの、真ん中から順に割り箸を使ったもの、スーパーテルを使ったもの、一番下は拭き取りで用いる長い綿棒である。図 3.34 に磨きの難しさに関するアンケートを第 1 回から第 4 回についての結果をまとめたものを示す。磨きの作業には慣れが必要であるため第 1 回に難しさを感じた方は多く、細かい造形物である第 2 回のギミックと磨く部分の広い第 3 回エンジンヘッドカバーでは細かい造形物の方に難しさを感じる方が多かったという大変興味深い結果がえられた。

造形物としては管状部分内側にサポート付着箇所のある第 4 回の吸気マニフォールドの一番難易度が高いと予想していたが、実際の回答では第 2 回よりもやや簡単を感じる参加者が多く、週 1 回のペースであっても全 4 回の中で確実に習熟が進んでいることを裏付けする結果となった。

参加者の意見も難易度が高く参加者の創意工夫も必要な工程のため、全工程の中で一番多くのコメントが寄せられている。「みがきはむずかしかったです。」や「細かい部分の磨きがやっかいでした。」と簡潔に難しさを訴えるものや「磨きが一番大変でしたが、とてもやりがいを感じました。」という難しさの中に達成感を感じている回答もみられた。また作業をどこまでやるかの判断が難しかった参加者も多かったことから「磨き」がどこまでやれば「よし」なのかわからなかった。」や「やすりをかける箇所の判断が難しい（位置、程度など）」、「磨きがおもしろくて磨きすぎてしまった。」というように磨き過ぎに注意しながらもその判断に悩んでいる回答が相当数見られた。事業化の際に分業化をするかは大きな検討課題であるが、製品の仕上がりに影響するためこの工程の出来が分業化するか否かの目安になる可能性がある。

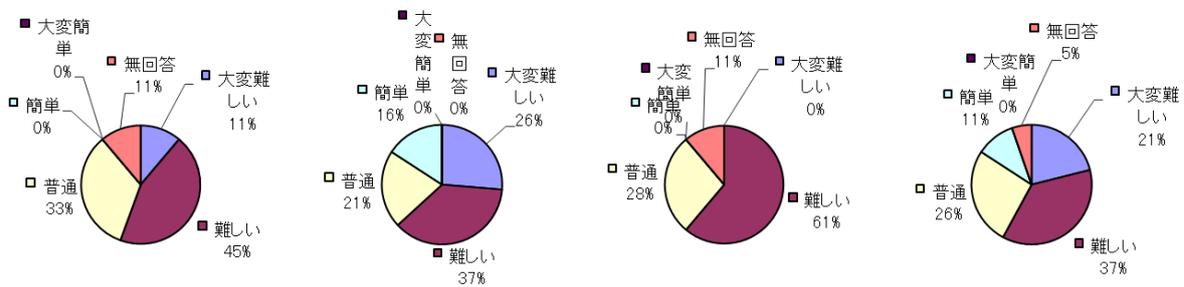


図 3.34 磨きの難しさ (左から第 1 回～第 4 回)

・拭き取り

磨き作業により造形物の表面についた粉をエアガンで吹き飛ばした後、最後の仕上げに厚手のティッシュに洗浄液を染み込ませて拭き取りを行う。難易度は造形物の形状が複雑になるほど高くなると考えられ、磨きと同様に第4回の難易度が一番高いと考えられる。拭き取りを行っている様子を図3.35に示す。



図 3.35 拭き取りの様子

写真ではエンジンヘッドカバーの広い底面を丁寧に拭き取っている様子が確認できる。次に拭き取りの難しさに関するアンケート結果を第1回から第4回についてまとめたものを図3.36に示す。簡単な回答数の推移から、初めては慣れが必要ではあるが、その後は難易度の上昇以上に習熟が進んでいることがここでも確認できる。また第2回の作業で難しいと感じている参加者が多く、大きさよりも複雑さやで細かさでより

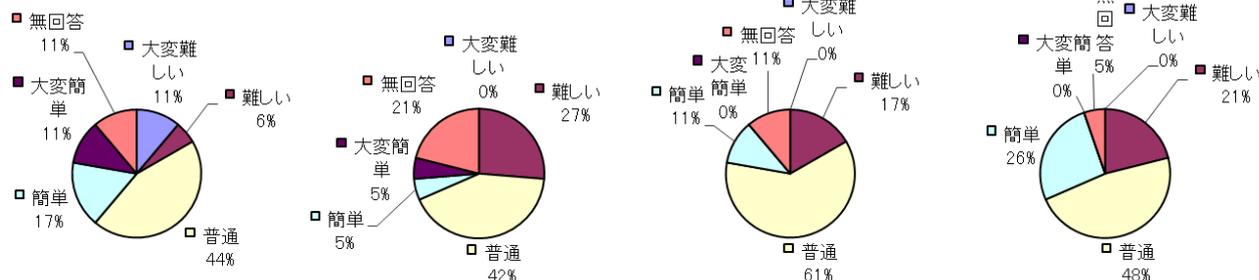


図 3.36 拭き取りの難しさ (左から第1回～第4回)

難しさを感じる事が確認できた。参加者の意見では、アンケート結果にもある通り難易度が高かったと思われる第2回にコメントが集中しており「ふきとりはうまく出来ませんでした。」や「ふき取りは、細かい部分が難しかった。」といった回答が得られた。しかし難しさを感じた参加者はどの回でも30%以内であり、磨きとは異なって時間をかけすぎても形状を損なわない工程のため作業者のペースで取り組んでもらうことで難しさや苦手意識を克服できると考えられる。

3.4.2 作業の面白さ

3Dプリントサービスによる障害者就労の実現を考えたとき、参加する障害者にとって重要なのは、障害者にとって適度な作業であること、障害者の自立を支援できるだけの賃金・工賃を支給できること、そして社会の一員として事業に参画し、その中でモチベーションを保つことなどが挙げられる。その意味において3Dプリントサービスが障害者のモチベーションを維持して取り組める作業であるのかを検証した。具体的には面白さというキーワードで今回の試行実験を振り返ったアンケートを行った。図3.37に面白さに関するアンケート結果を示す。参加者と難易度のミスマッチが起こると全く面白くないや面白くないが生じることが第3回、第4回の結果から把握できる。また難易度の低い第1回では6%だった大変面白いが回を追うごとに

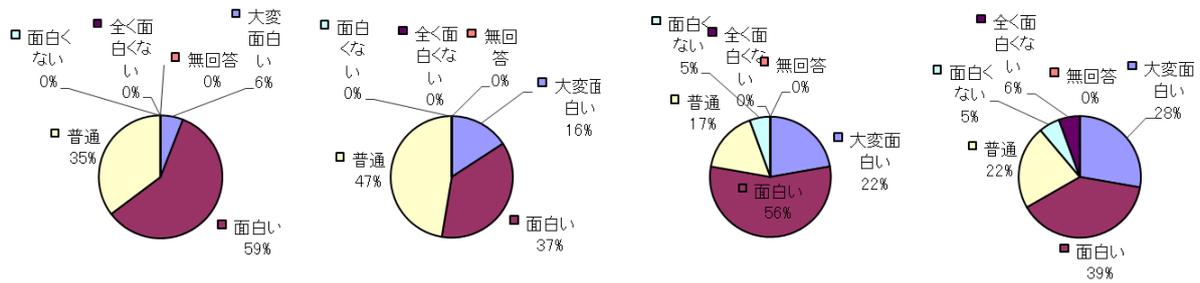


図 3.37 作業の面白さ (左から第 1 回～第 4 回)

増加する傾向にあり、難易度が最も高い第 4 回で最大になるという興味深い結果となった。これは作業の難易度を適切に選択することが参加者のモチベーションを高めることを示唆しており、持続的な事業実施を考えたときに大変重要なポイントである。参加者からの意見では「こまかすぎて大変でした。しゅうちゅうするのが長くつづかない人は、ちょっとむずかしいと思いました。」という作業難易度とのミスマッチを回答しているものもあったが「楽しくできました。紙やすりでみがくのも、初めて来た時は大変でしたが、みがき方を工夫して 3 回目ともなると、楽しくなってきました。」や「どういものが出来あがるのか楽しみでした。じっさいかんせい品を見るとこんなのが出来てうれしいです」, 「前より複雑になっているのに楽しい」, 「難しい最終回も最後までやりとげられた!」といったように慣れと共に仕上げ作業を楽しむ余裕も生まれ、楽しさを感じる参加者の意見が多く見受けられた。

3.4.3 作業の汚れ

保護具等の準備を入念に進めてきたことは 3.2.3 で説明したとおりだが、実際に使ってみた感想をそれぞれ汚れ, 臭い, 音についてアンケートで参加者に回答を求めた。ここでは汚れに関するアンケート結果まとめたものを図 3.38 に示す。全工程の中で汚れの原因となるのは液体樹脂, 洗浄液, 磨きで生じる粉の三種類である。それぞれ保護具で肌や衣服は直接触れないように配慮をしてあるため, 全 4 回を通して全く気にならないと気にならないの割合が非常に高く, 準備した保護具は適切だったと考えられる。一方で序盤の二回で嫌だと回答した参加者は意見で「みがきのときに手にこながついてとてもいやな気分になりました。」や「紙やすりでみがいた時の粉が手につくのが少し気になった。」との回答があったため, ゴム手袋の着用や作業台の上にティッシュを敷くなどの改善を行った。その結果「みがきのときに下にひいてたのであんしんしてやれました。」と回答に変化あり, 気持

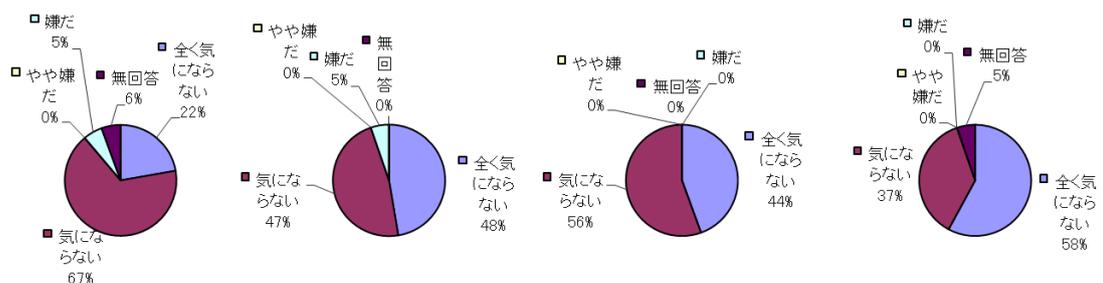


図 3.38 作業の汚れ (左から第 1 回～第 4 回)

ちよく作業してもらえるようになった。その他の参加者は「よごれる事は仕事をがんばっているしょうかと思ひながら、がんばりました。こなもきになりませんでした。」や「完全防備でやっているのに気にならなかった。」と気にならないとの回答がえられた。

3.4.4 作業の臭い

全工程の中で気になる臭いとなりうるのは一次、二次の洗浄と拭き取りに使用する洗浄液(エタコール7)である。この洗浄液は消毒洗浄用アルコールとして一般的なエタノールと水の混合物であるため安全性は確保されているが、アルコールが苦手な人にとっては頭痛の原因になるおそれもあるためアンケートを行った。その結果を図3.39に示す。アンケート結果でも臭いに慣れるまでに時間がかかったためか最初の数回に集中して臭いを気にする回答が多くみられる。参加者の意見も「あらいのときにちょっとにおいがしたのでとてもいやになりました。」や「洗浄液の臭いが少し、頭が痛くなった。」という洗浄液を大量に使用する洗浄時だけでなく「最後のふき取りに使うアルコール液はつらかった。」と使用量の少ない作業においても臭いを気にする回答が見られた。そこで当初は洗浄液の跳ねや磨きで生じる粉を想定して用いたマス

ク(図3.40左)を特に臭いに抵抗がある参加者向けにフィルタ付きのマスク(図3.40右)に変更改善をはかった。その結果、第4回では嫌だと回答する人がいなくなり、意見も第1回で拒絶感を示した方が第3回で「ぼうぐマスクがあつて良かったです。」との回答になり、改善の効果が確認された。一方でマスクに息苦しきを感じた方もおり、個別に細やかな対応が必須といえる。そのほかの意見では洗浄室からの臭いの漏れなどを指摘する声も見受けられた。ドラフトチャンバ内の臭いは随時吸気されているため本質的に問題にならないはずだが、剥がしたサポートや拭き取ったティッシュ等に残っている洗浄液が臭いの元になるため、その扱いについても改善を検討する必要がある。



図3.40 作業に使用したマスク
(左：標準のマスク，右：フィルタ付マスク)

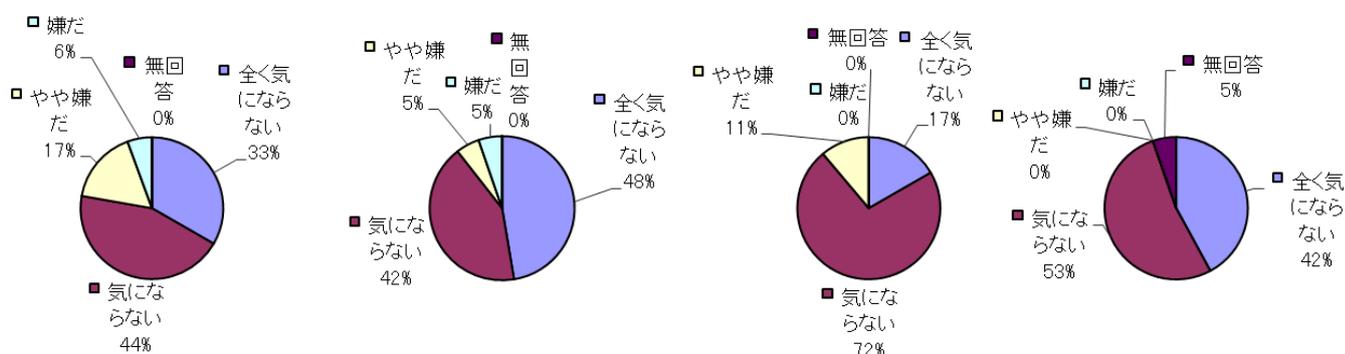


図3.39 作業の臭い(左から第1回~第4回)

3.4.5 作業の音

作業中に生じる音についても検証を行った。大きな音や耳障りな音が予想されるのは洗浄液飛ばしと磨き終了時に使用するエアガンと別室に設置したエアガン用のコンプレッサ、そしてUV硬化が終了したことを知らせるUV硬化機のブザーである。アンケートの結果をまとめたものを図3.41に示す。気になるとの回答は多くても各回5~10%程度であり、それほど強い抵抗感を感じられない。意見においても「エアガンやコンプレッサの音は、だいじょうぶでしたが、ブザーが大きな音がきゅうになったらびっくりしてしまいました。大きな音にもなれたいです。」や「エアガンの音に最初びっくりしたが、すぐ慣れた。その他は全く気にならない。」という回答が多く、中には「作業所の方がうるさい。」や「このぐらいの大きさの音があったほうがいい。」という回答もあり、改善すべき喫緊の課題はないといえる。ただし、音に敏感な方もいることも想定し、必要に応じて耳栓やイヤーマフなど必要に応じて対策できるよう準備したい。

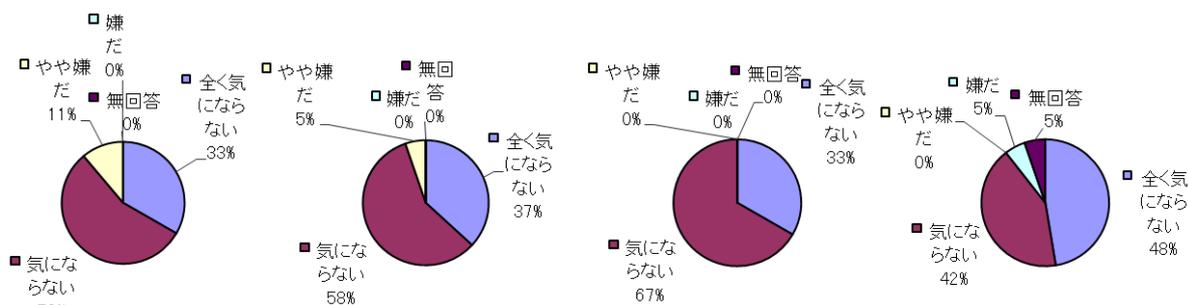


図 3.41 作業の音 (左から第1回~第4回)

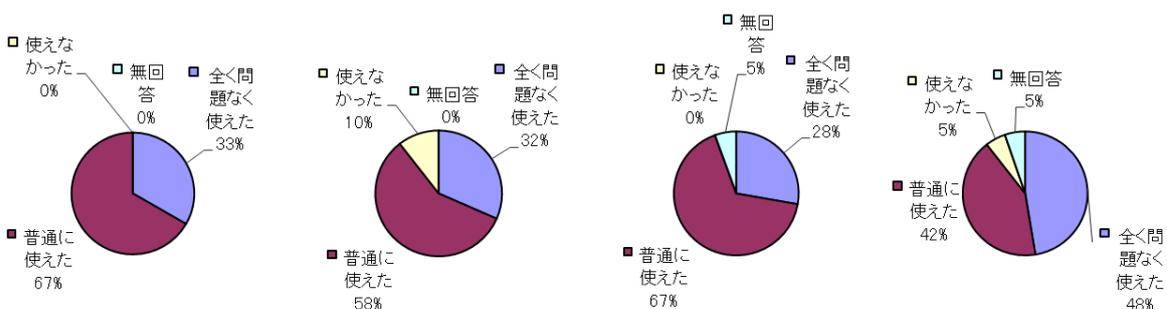


図 3.42 使用した器具 (左から第1回~第4回)

3.4.6 器具

器具とは主に造形物の取り外しに使う金属ヘラ、二次洗浄で使う筆や刷毛、磨き作業で用いる紙やすりや両面テープ等のことである。磨きでの報告とも重複するが一番のポイントは適切な道具を参加者自らが造形物に合わせて選択し、使いやすく工夫して使用できるかであり、参加者の障害の種類や作業所における普段の作業との関係性に得手不得手が大きく左右される。アンケート結果を図3.42に示す。参加者の意見も「サンドペーパーやわりばしがむずかしかったです。」や「ブラシとか割りばしを使うのが難しかった。」という道具作りの難しさを伝えるものや紙やすりの粗さの選択や磨き加減に言及したもので幅広かった。

試行実験の途中で両面テープを強力なものに改善したところ、即座に結果に反映され「両面テープが強力になってつかいやすくなりました。」という回答が寄せられた。器具については安全性の高い電動工具の使用も含め、今後もさらなる検討が必要である。

3.4.7 保護具

汚れに関する項目ではゴム手袋等について、臭いに関する項目ではマスクについて、これまでも個別に言及してきたが、ここでは保護具全体について参加者の意見をまとめる。特に他の項目で述べていないゴーグル、エプロン、腕カバー、靴カバーについては詳細に解説したい。次に保護具についてのアンケート結果を図 3.43 に示す。いくつか改善は行ったものの全 4 回を通してほぼ同様の保護具を使用しているため参加者からの回答もほぼ同じ結果となった。参加者からの意見ではゴーグルについて「ゴーグルだけはメガネをかけていたので、つけづらかったです。」といった声もあり、当初利用していたもの（図 3.44）から頭部に装着するヘルメットタイプの保護具（図 3.45）に変更を行った。その結果、装着しづらかったという意見が減ったが「頭につけるのが重かった。」という回答も出ていたため、参加者に選んでもらうようにする必要がある。またその他の保護具についても「エプロンの結ぶひもが短かった。」という意見に対してひもの長いものに改善したり、「エプロンなどは問題なかったですが、くつカバーをはめる時は、立ってはめづらかったです。」という意見に対し、座れる場所を用意したりするなど、細かな改善を繰り返すことで保護具を使いやすくすることに成功した。



図 3.44 当初使用したゴーグル



図 3.45 ヘルメットタイプの保護具

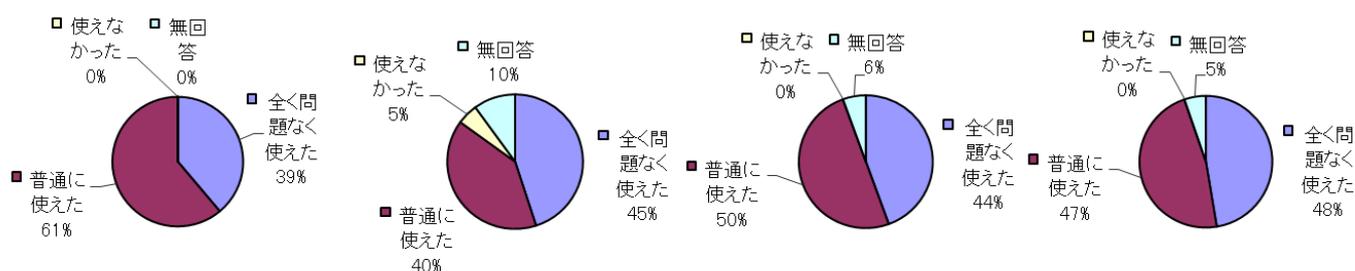


図 3.43 作業の臭い（左から第 1 回～第 4 回）

3.4.8 他の工程

3D プリントサービスの事業化を想定した際に重要な要素の一つは持続性であり，なるべく多くの工程を障害者が自分たちの手で担当できることが望ましい．そこでコンピュータの操作や装置の操作などの工程についての意欲を調査した．アンケート結果を図 3.46 に示す．

全体の傾向としては難しいと感じているときには他の工程への意欲がわきにくく，第 1 回では多かった意欲的な層が難易度の上昇につれて第 3 回には半数程度に減ってしまった．ただし難易度が高くても達成感も感じられた第 4 回では 50%程度の参加者が積極的に他の工程に取り組んでみたいと回答している．全 4 回の試行では新しく覚えることが多くて慣れが必要な段階であるため，少なめの希望と思われるが回数を経ていくにつれて積極的に取り組みたい層が増加するのではないかと予想できる．

なお参加者からの意見も「本日の作業いがいに

も体験して、出来るか出来ないかを知りたいです。事むの仕事をしたのでパソコンのそうさをぜひやりたいです。」、「パソコンは少々出来るのでやりたい。」という普段の活動や自分のスキルに合わせたコメントがある一方で、「パソコンの操作もそう簡単ではないと思われるので、今の所やりたいとは思いません。」という現実的な回答も見受けられた．コンピュータや造形装置の操作はミスやトラブルが発生した場合のリスクも高いため簡単ではないが，中長期的なビジネス化の中で担当可能な方の登場を期待したい．

3.4.9 今後の作業について

他の工程の設問と同様に持続的な事業化を想定し，3D プリントサービスの作業が日々の活動として受けいられるかを参加者に問うことにした．今回の試行実験では初めての作業で慣れない中，全ての参加者が途中で脱落することなく全 4 回を終えることができています．アンケートの結果を図 3.47 に示す

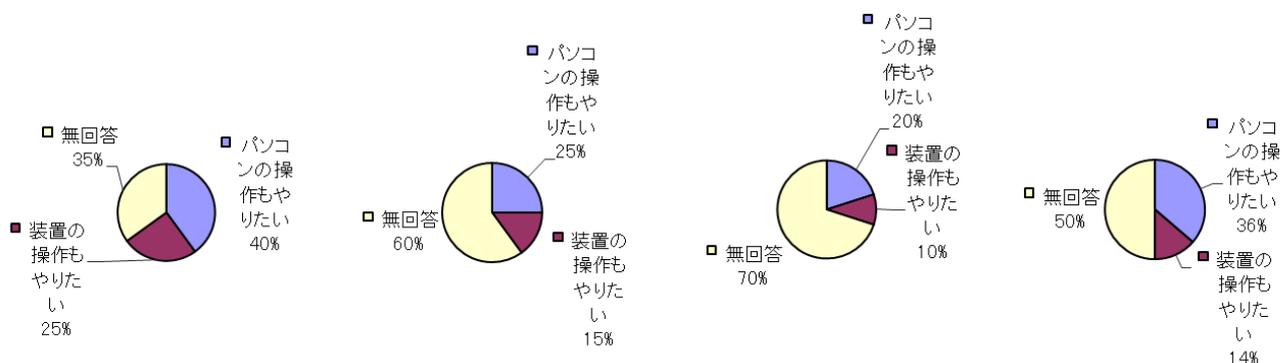


図 3.46 他工程について (左から第 1 回～第 4 回)

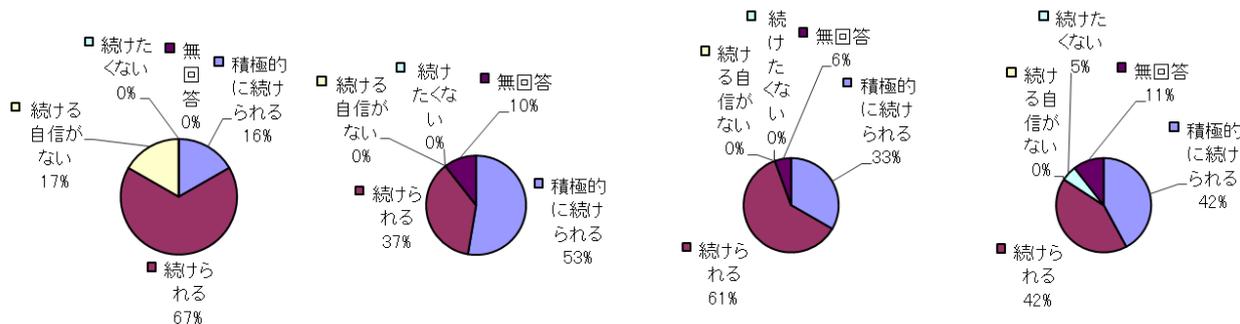


図 3.47 今後の作業について (左から第 1 回～第 4 回)

この結果で興味深いのは簡単な造形物であっても第1回に自信がないと回答した初めての作業に戸惑った層の存在と、第2回、第3回になると自信がないと回答した参加者がいなくなるということである。また第4回では作業の難易度と参加者のレベルにミスマッチが生じ、続けたくないという回答が確認できる。したがって作業に慣れてくれば基本的に継続できる作業で、その際には適度な難易度の作業を担当してもらうのが大切であることがわかる。参加者の意見も初回終了時に「ぼくはつづけられる自信がありません。集中力がないので自分でもなおしたい点です。」と回答していた参加者が難易度の高い第4回を終えた後で「作業をいっぱいやりたいです。」と回答するなど意識の変化がみえる。それ以外にも「もっと続けたい。色々な形を作りたい。」や「やりとげられた事に達成感がある。」というような手応えを感じている回答も目立った。一方で「四回でいい経験になったので、これより先はあまりやりたくありません。」や「ただし、生産性を上げるために、スピードを要求されるとつらいかもしれない。」とシビアな評価をする参加者も一定数いるため、ビジネス化を進める際には作業の内容やペースなどやりがいを感じられるような工夫が必要である。

3.5 試行実験全体を通した評価

本節ではこれまでのような各回別の結果ではなく全体を通した評価を行う。アンケートは全4回が終了したのちに回答してもらっている。特に作業への慣れや難易度、得手不得手などを中心に事業化へのヒントとなりうる設問を用意することにした。

3.5.1 良くできた回、良くできなかった回

質問内容としてはシンプルなものであるが慣れと作業難易度を把握するための設問として「一番良くできたと思う回」と「一番良くでき

なかつたと思う回」について聞いた結果をそれぞれ図3.48と図3.49に示す。

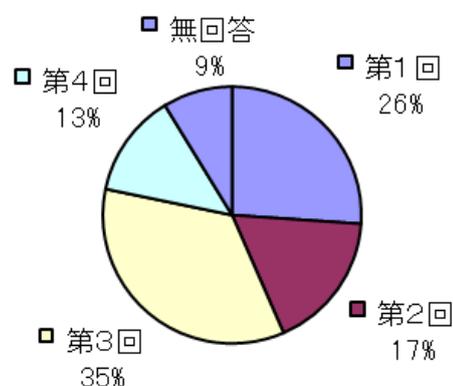


図 3.48 一番良くできたと思う回

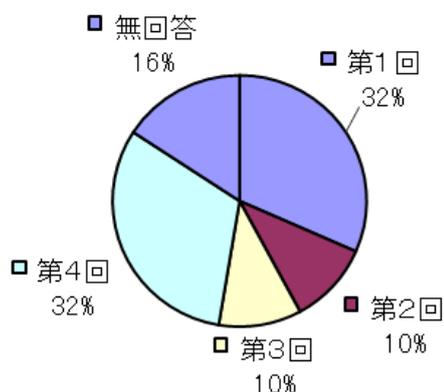


図 3.49 一番良くできなかったと思う回

一番良くできたとの回答が一番多かったのが第3回であり、約半数が高難易度の後半2回で一番よくできたと回答しているのは難易度以上に習熟が進んだことを示しているといえる。参加者からの声にも「回数を重ねるごとに良くなっていったと思うが、第4回は管の中や内側をみがくのが難しかった。」という自身の習熟と造形物の難易度を考えた回答が得られた。また同様に簡単な造形物を扱った第1回でも不慣れだった

ためうまくいかなかったと回答する参加者が多く、非常に難しい造形物の第4回と同数の回答が得られているのは印象的な結果である。意見としても「難位度が高かった、みがきが大変だった。」という造形物の難易度に依存した意見と「慣れてなく時間がかかってしまった。容易であるという意識が働いてかんまんになってしまった。」という慣れに関する意見に二極化している。したがって3Dプリントサービスの作業に無理なく参加してもらうためにはある事前にある程度のトレーニングが必要であると考えられる。

3.5.2 得意な工程・苦手な工程

今回の試行実験で作業してもらった全工程の中で得意な工程と苦手な工程について質問を行った。これは分業を想定した場合の作業の振り分けや効率に影響する部分であり、就労事業としては苦手な工程をいかに克服していくかが事業全体の大きな課題である。アンケートの回答結果を図3.50、図3.51にそれぞれに示す。得意な工程、苦手な工程のどちらもほぼ難易度の順に並ぶ傾向がある。中でも特筆すべきは磨きの工程に苦手意識が集中しており、約半数が苦手と回答している点である。一方で磨きを得意とする参加者は6%しかいないため、分業を念頭に入れると大雑把なイメージだが、磨きを苦手52分の作業を得意な6%の人でカバーする形になりかねず、安全で磨きやすい器具の使用なども含め、やり易く負担の少ない磨き作業に向けた検討が必要であるといえる。

3.5.3 分業化

今回の試行実験では全ての工程を体験してもらうため、作業を分担せず一人で最後まで取り組んでもらった。サポート材がついているところを確認し、仕上げていく仕事であるため、3Dプリントサービスの実施企業でも最初から最後までを一人の担当者が仕上げるのが一般的

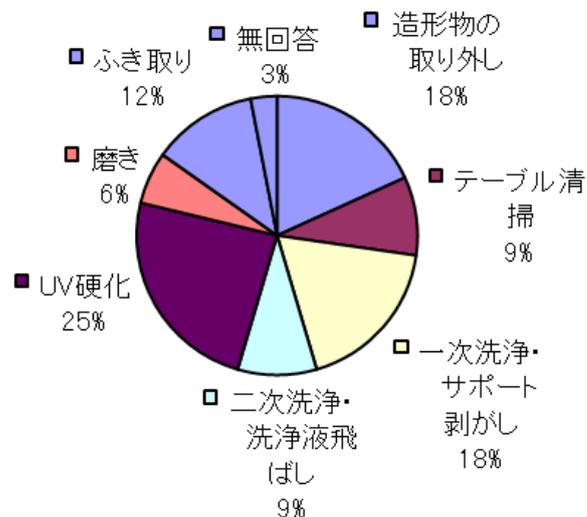


図 3.50 得意な工程

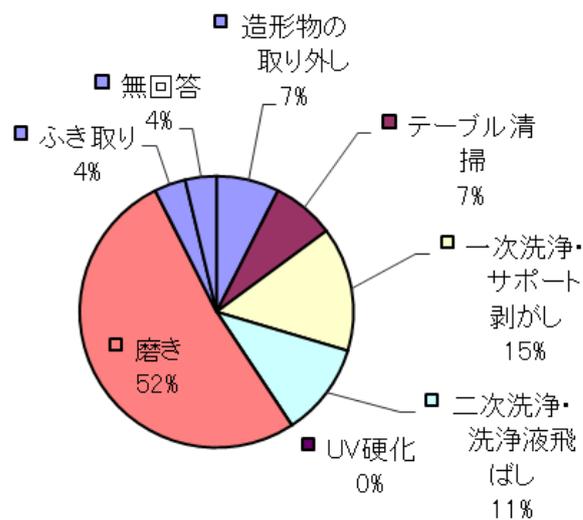


図 3.51 苦手な工程

である。しかし3.5.2の結果にもあった通り、磨きの工程に得手不得手の大きな偏りがある。多くの方の参加を考える上では分業化についても検討する必要がある。分業化した方が良いかどうかを聞いたアンケート結果を図3.52に示す。

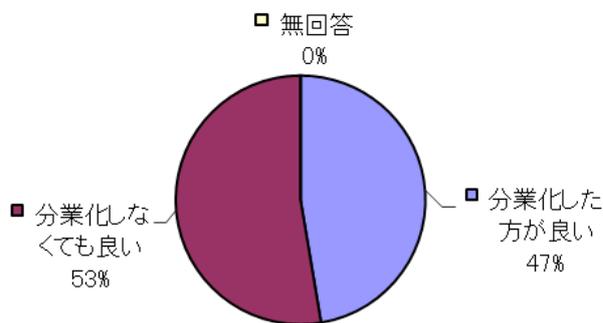


図 3.52 分業化について

分業化するかについては参加者が自身のスキルレベルによる得手不得手や好き嫌いなどを総合的に判断しているためかほぼ半々の結果となっている。分業化しなくても良いと回答した層は基本的に全工程を担当できる参加者と考えられるため、分業化したい層の得手不得手を全工程が担当できる層でカバーできれば円滑な事業化にむけた道筋として期待できる。

3.5.4 日々の仕事として

3D プリントサービスを事業化した際、日々の仕事として取り組んでもらえるかについて試行実験全体を総括して最後に尋ねることとした。アンケート結果を図 3.53 に示す。

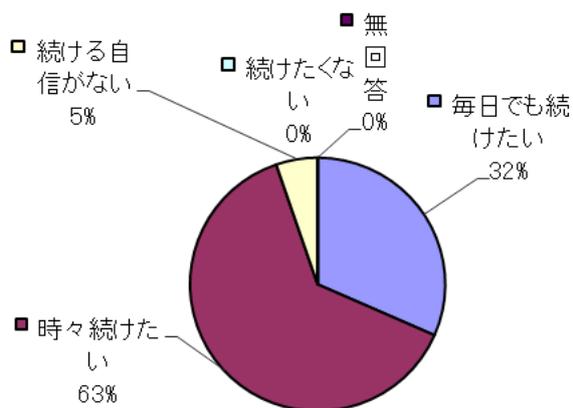


図 3.53 日々の仕事として

特筆すべきは毎日続けたいと時々続けたいを合計すると 95%が今後も 3D プリントサービスに関わりたいと回答している点である。今後の作業については各回終了時に経過を聞いており、回を重ねるごとに続ける自信が増える傾向にあったが、続けたいかについては参加者の意欲に大きく左右されるため、この回答は 3D プリントサービスの事業化に向けて非常に前向きな結果であるといえる。参加者からの回答も「3D の仕事楽しかった。」や「第 1 回は疲れてヘトヘトになったが、第 2 回以降は楽しく出来た。」という慣れにより楽しくなったという回答だけでなく、現在取り組んでいる作業との関連も考慮して「毎日でもしたいが違う作業がいくらか入った方が持続すると思う。」「他の業務との優先度との兼ね合いがあるもののトライしたい。」という具体的な回答もえられた。造形物によっては複雑で気を使うことが多い作業であることもあって「毎日だときつい（つかれる）ので週に 1～2 回なら良いと思ってます。」や「集中力がないからです。すぐにあきらめるくせがあります。だからつづける自信がないをえらびました。」という不安を訴えるものや、一方で苦手だった工程に対して前向きに「サンドペーパーをがんばりたいからまたやります。」や「磨きの作業をやってみて、物作りの仕事も面白そうだと思います。」という回答、そして作業のスタイルが気に入って「周りを気にせず、もくもくと出来るから。」とアンケート結果と同様に意欲的なものが多い印象であった。週に 1 回だけで全 4 回の試行ではあるが各参加者から将来の事業への関わりを見据えた様々な意見が得られたことは大変有意義であったといえる。

4. 結論

本事業では、障害者の高付加価値就労として事業化を目指して立案した3Dプリントサービスのビジネスモデルの中でも事業化の成否を握る部分といえる障害者による実作業の試行実験とその評価を行い、次年度以降の持続的な事業化に向けた検証を行った。

試行実験を行うための準備として3Dプリンタと周辺機器そして作業環境等を整え、試行実験の条件等を決定した。その後、専門委員会を通じて就労支援団体や3Dプリントサービス企業などからの意見を集約し、試行実験の実験条件を設定した。就労支援団体向けの事前確認会を開催して出席した団体の中から参加を表明した5団体と業務委託契約を取り交わし、試行実験を週1回ずつ、全4回のスケジュールで実施した。試行実験により得られた結果は多岐にわたるがその主だったものは以下のとおりである。

(1) 試行実験には5つの就労支援団体から種類、程度が様々な障害者が各団体5名程度ずつ指導員と共に参加した。その人数は参加者延べ74名、指導員は延べ21名であった。

(2) 初めての作業では不慣れなため不安を感じることも多いが回数を経るごとに習熟が進み、高難易度の造形物の仕上げも最後まで取り組めることを確認した。

(3) 仕上げ作業の中でも磨きは難易度が高く、苦手と感じる人が多い。将来の事業化を見据え、多くの方の参加を実現するためには障害の種類、程度と作業難易度とのマッチングについてさらなる検討が必要である。また分業化についても今後さらに検討をすすめる。

(4) 保護具・器具等の改善により参加者の負担を

試行実験の期間中に軽減することができた。持続的な事業化のためには安全な電動工具の使用も含めてさらなる検討・改善が必要である。

(5) 参加者の意識は作業への慣れや習熟と共に3Dプリントサービスに大変前向きなものとなっており、今後も続けて関わりたいと要望した95%の参加者に十分な仕事量、適度な難易度、そして工賃を用意できる事業構築を一層推進しなくてはならない。

今後は試行実験の結果をもとに、関わる全ての方が喜びを感じることでできる事業の全体構築と造形物の性能評価を通じた高付加価値化を進め、3Dプリントサービス事業の早期実施と持続性向上を二段構えで実現していきたい。その結果、障害者の高付加価値な就労が実現することで、障害のある方たちにとって賃金・工賃の向上だけでなく、社会参加ができていて・社会の役に立っているというモチベーションの向上につなげることで「障害のある人が幸せに暮らせる社会創造」の実現に寄与していきたい。

謝辞

本事業は、公益財団法人JKAの競輪補助金(補助事業番号27-8)を受けて実施しました。ご支援いただいた関係各位に深く感謝の意を表します。