

デジタル製造技術を活用した県内伝統民芸品の製造工程の確立

—会津だるまの復活—

Establishment of a digital manufacturing process for traditional crafts in Fukushima

- Revival of Aizu Daruma -

会津若松技術支援センター 産業工芸科 志鎌一江 出羽重遠

県内の伝統産業界に対し、デジタルファブ리케이션機器と職人の手仕事を組み合わせたデジタル製造技術を導入している。今年度は、職人の不在で途絶えた会津だるまの製造工程にデジタル製造技術を用いた工法を提案し、それを活用して会津だるまを試作した。

Key words: デジタルファブ리케이션機器、3Dスキャナ、3Dプリンタ、伝統産業、張り子、会津だるま

1. 緒言

県内の伝統産業界では、職人不足による生産数の減少や後継者不足のため技術の伝承が困難という問題が顕在化している。

本研究では、伝統工芸品を中心に3Dスキャナ等で3次元データを取得し、そのデータをもとに、NC加工機や3Dプリンタ等のデジタルファブ리케이션機器を活用して、職人の手仕事を組み合わせた、伝統産業向けのデジタル製造技術を提案することを目的としている。

最終年度は、研究開始から2年間で得た成果^{1) 2)}をもとに、職人の不在で途絶えた会津地方の張り子民芸品である会津だるまを復活させるため、職人の手仕事とデジタル製造技術を組み合わせた現代にあった製造方法を確立することを目標とした。

2. デジタル製造技術

2. 1. デジタル製造技術を用いた製造工程

会津地方の張り子民芸品である会津だるまは、平成20年前後を最後に販売されなくなった。会津だるまの製造工程(表1)のうち、木型(工程1)と台座(工程3)の製作、絵付け(工程6)を行える職人がいないため、現在製造している張り子業者はいない。

会津だるまに限らず、手彫りでだるまの木型を作る職人は少なく、ほとんどが引き継いだ古い木型を利用しているが、木型は消耗品のため修繕しながら使用されており、破損等により失われる可能性が高い。また、会津だるまの台座は、木材を丸く切って製作されているものが多いが、その製造方法は不明である。

以上のことから、工程1、3、6に対しデジタル製造技術を活用することとし、工程の検討と治工具の選定を行った(表1.作業方法)。

表1 会津だるま製造工程

工程		作業方法	
		従来	本研究
1	木型の製作	手作業	3Dスキャナ 3Dプリンタ
2	張り子	手仕事	手仕事
3	台座の製作	手仕事	NC加工機
4	塗装	手仕事	手仕事
5	下絵の治具	なし	レーザー式 精密加工機
6	絵付け	手仕事	工程5治具活用

2. 2. 工程1「木型の製作」

2. 2. 1 木型材料の選定と3Dデータの取得

現存する会津だるまの張り子や木型を3Dスキャナで測定し、取得した3Dデータをもとに3Dプリンタで木型を製作できると考えた。

非接触式の3Dスキャナは、光によるパターン投影方式とレーザー光切断方式の2つが主流である。当所の所有する3Dスキャナ(ExScan Pro, EiScan Pro 2X Series, SHINING 3D)はパターン投影方式で、明暗の縞模様やランダムパターンを対象物に照射し、その様子をカメラで撮影し対象物の表面の点群データを取得する方式(図1)である。この方式の機器は、透明素材や反射素材、黒い対象物の表面形状の取得が困難である。メーカーでは、対象物に3Dスキャン専用の反射防止剤等を塗布することを推奨しているが、今回データ取得対象の会津だるまは、保存及び現状維持の観点から塗布を行えないため、黒い部分とそれ以外の部分、それぞれに合わせて露出を変更し対象物の向きを変え、多方向から照射してスキャンした。対象物に光を照射すると、読み込んだ箇所は灰色になり、照射中の部分は緑色で表示される(図2)。会津だるまの眉や髭は、黒色で表面形状の点群データ取得が難しいため、全体の表面形状データの取得後に、ソフトウェアを用

いて修正することとした。



図1 だるまの3Dスキャン



図2 照射した対象物

2. 2. 2 3Dスキャン取得データの修正

スキャンした3Dデータは、3Dリバースエンジニアリングソフトウェア (Geomagic Design X, 3D SYSTEMS) を使い、ポリゴンデータに一般的にみられる欠陥を修正ウィザードで修正し、眉や髭などの読み込めなかった黒色部分も穴埋め (図3、4) を行った。形状のモデリングは、次の3次元CADソフトウェアで行った。

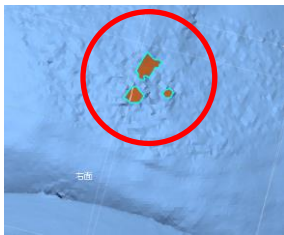


図3 穴埋め

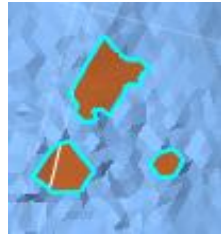


図4 図3の○部拡大

2. 2. 3 3Dプリンタ出力用3Dデータの作成

修正したデータは、3次元CADソフトウェア (Rhino3D, Robert McNeel & Associates) を用いてサーフェスマデリングを行った。

頭頂部や底面などを水平にするために、スキャンした形状を分割し、新たにサーフェスマデリングを作成した (図5、6)。

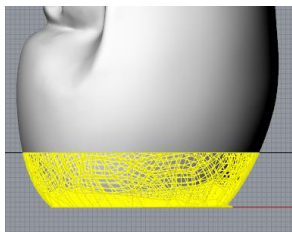


図5 底面の削除

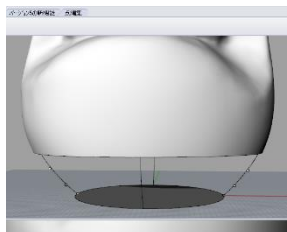


図6 底面の製作

作成した部分は、もとのサーフェスマデリング部分と結合する。同様に、左右も対称の形状となるように作成した。今回は木型を製作するため表面形状をなめらかに

にし、木型として利用するため抜き勾配を考慮して形状を作成した。

2. 2. 4 3Dプリンタによる木型製作

2. 2. 3で作成したサーフェスマデリングから3Dプリンタ (CR-10 V2, CREALITY) で出力するためのスライスデータを作成し、3Dプリンタの出力条件を設定した。木型の高さは300[mm] (一尺程度) とした。外郭の壁の厚みは、張り子の和紙を貼り終えて離型する際に、刃物で切れ込みを入れることを考え、少し厚めの3[mm]とした。木型は木質の熱可塑性樹脂を用いて造形した。木質の樹脂は、離型剤の油のりや和紙の貼りやすさ、刃物で切り込みを入れる型抜き作業性が、木製の木型に近い状態になると考え採用した。木質の熱可塑性樹脂を用いた3Dプリンタでの木型造形の様子を図7、出力した木型を図8に示す。

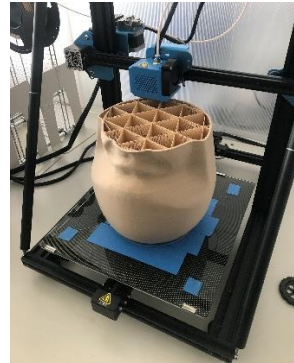


図7 3Dプリントの様子

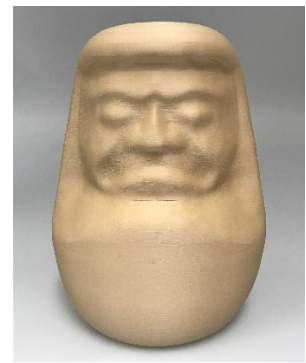


図8 出力した木型

2. 3. 工程3「台座の製作」

台座は、NC加工機 (小型NCルータ SHINX, NC制御部 FANUC21i-M) で製作することとした (図9)。だるまの台座は、張り子が倒れにくいように重りの役割を持ち、平に設置できるように歪みにくい素材が良いと考え、MDF (medium-density fiberboard) で製作することとした (図10)。台座は、Gコードを用いてNC加工機の制御プログラムを作成し、大きさは一尺程度の木型から作る張り子の寸法に合わせた直径140[mm]厚さ18[mm]とした。



図9 NC加工



図10 MDFの台座

2. 4. 工程5「下絵の治具」

現在は会津だるまの絵付けができる職人がいないた

め、従来の工程にはなかった下絵工程を追加し、未経験者でも行えるよう、レーザー式精密加工機 (Universal Laser Systems, PLS 6 MW UNIVERSAL) を用いて下絵をつけるための治具となるテンプレート (図11) を製作することとした。だるまの下絵は、5方向 (正面、左右の側面と斜め45度) から撮影した画像データの立体形状をもとに、ベクターイメージ編集ソフトウェア (Adobe Illustrator CC, Adobe) で線画データを作成した。テンプレートは、厚さ100 μ mのポリプロピレンシートを切り抜いた。このテンプレートを用いて下絵付けを行うと、次の絵付け工程がスムーズに行えた。



図11 テンプレート (宝珠文様部分)

3. 結果

工程1で製作した木型に工程2の張り子を行ったところ、木材の木型の代わりに使用でき、離型剤の油のりや和紙の貼りやすさ、刃物で切り込みを入れる型抜き作業等は木材の木型と遜色なく、同様に張り子工程を行えた。工程3で製作した台座についても、木材の台座と同様に張り子や塗装の作業を行うことができた。工程5の下絵のテンプレートを用いることで、未経験者でも工程6の会津だるまの絵付けが行えるようになった。

本研究によるデジタル製造技術を用いた会津だるまの製造工程により、製作した木型と台座、テンプレートは手仕事を補うことができ、会津だるまの試作品 (図12) が完成した。



図12 試作した宝珠文様が特徴の会津だるま

4. 結言

本研究の製法では、木型をデータ化することで、安定して同規格の製品の製造を行えるのみならず、木型出力寸法を変更することで様々な大きさのだるまが製造でき、製品の幅を広げることができる。台座や絵付けのための下絵用のテンプレートについても、データ化したことで木型と同様に活用できる。

本研究により、職人の手仕事とデジタル製造技術を組み合わせた張り子の製造工程を確立し、会津だるまの製作へ応用できたことから、伝統産業へ向けた、職人の手仕事をサポートするデジタル製造技術の有効性と導入が可能であることを確認できた。

本研究の成果は、福島県立博物館と連携して行った会津地方振興局の「令和2年度地域創生総合支援事業 (県戦略事業 (地域連携調整事業分))」による、「会津地方の郷土玩具「会津だるま」を活用した観光客誘致事業」において、会津だるまの復元製作に活用することとなった。福島県立博物館が復元を委託した張り子製造業者に対し、本研究の製造工程を用いた技術支援を行い、会津だるまの復元品が完成した。

今後も伝統産業ごとに適した製造工程を開発し蓄積することで、デジタル製造技術の有効性の理解と、様々な支援と技術普及を行っていく。

謝辞

3Dスキャンのための張り子や木型の提供と、会津だるまに関する資料のご提供に協力をいただきました県立博物館に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 堀内芳明, 出羽重遠. デジタルファブリケーションによる伝統工芸品の製造手法の提案, 平成30年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告書, 2019, p. 123-125.
- 2) 堀内芳明, 出羽重遠. デジタルファブリケーションによる伝統工芸品の製造手法の提案 (第2報), 令和元年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告書, 2020, p. 134-136.