

## ＜実践報告・資料＞

# 総合制作実習における伝統工芸製品への 技術支援の取り組みについて

滋賀職業能力開発短期大学校 帆足 雅晃  
高知職業能力開発短期大学校 榎本 実

Technical Support for Folkcraft Production in Collaboration with Integrated Production Training

Masaaki HOASHI, Minoru ENOMOTO

**要約** 高知県は全国でも屈指の温暖多雨地であり、古くから良木に恵まれ、多くの木材を搬出してきた。それに伴って、山林伐採に必要な打刃物が古くから造られた。土佐打刃物の本格的な隆盛は、江戸時代初期より始まる。土佐藩の農、山林収益策により農業林業用打刃物の需要が拡大し土佐打刃物の生産量品質共、格段に向上した。土佐打刃物は多少の機械化は取り入れたものの、江戸時代の技術と伝統は現代の世まで受け継がれている。本報告では企業から依頼のあった土佐打刃物の製造工程における機械化への技術支援について、総合制作実習で継続的に取り組み、さらに共同研究へ発展したのでその過程と内容について報告する。

## I はじめに

毎年11月に当校では地域貢献を目的としてものづくりフェスタを開催しており、そこでものづくり体験教室を実施している。2008年に実施したCD時計の製作を体験された方からの相談がきっかけで伝統工芸製品への技術支援に取り組むこととなった。今回は2009年から2012年に学生と一緒に総合制作実習で取り組んだダマスカス刃物の波紋用プレス金型の製作、加工図面作成の効率化、土佐刃物用付け替えグリップの製作に関する技術支援<sup>(1)</sup>の概要と、これらが発展して2013年から取り組み始めた共同研究について報告する。

## II ダマスカス刃物の波紋用プレス金型の製作

有限会社トヨクニは、高知の伝統工芸製品である土佐打刃物を製造・販売する企業である。その製品の一つに美しい波紋が特長のダマスカス刃物がある。波紋用プレス金型の母型は職人が手作業で製作している。この為、母型が使用できなくなった時、同じ波紋のナイフが作れないというケースがある。

そこで2008年、当校にマシニングセンタを使用したプレス金型の製作の依頼があった。金型の形状による波紋の出来具合を比較するため、試験的に模様の異なる3パターンの金型を製作した。当校でマシニングセンタにより加工し、有限会社トヨクニで焼入れを行った後、ダマスカス刃物を製作した。その結果、うまく波紋がでたもの、でなかったものがあった。

その為、改良型の金型を製作し、どのような波紋が出るのかを総合制作実習のテーマとして実験することとした。改良版の金型では、模様の突起を高くし、模様の大きさと配置を不規則にすることとした(図1)。この金型を使用して刃物を製作した結果、刃部にうまく波紋が出て実験は成功した(図2)。

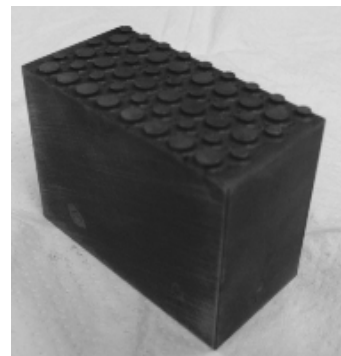


図1 製作したプレス用金型



図2 製作したダマスカス刃物

### III 二次元 CAD を使用した土佐打刃物の図面作成

2009年、ダマスカス刃物の波紋用プレス金型を製作するのと並行して、総合制作実習のテーマとして土佐打刃物のミニチュア製作の依頼を受けた。製作の手順としては、土佐打刃物の写真をもとに図面を描きワイヤーカット放電加工機で加工し、その後、刃を有限会社トヨクニでつけることとした。写真をもとに図面を作成するには、大きな円弧状の曲線の寸法測定があり、職人が作った刃物の正確な寸法をとることは困難であった。そのため、二次元CADの機能の一つであるラスタデータ取込みを使用し、刃物の写真を画像データのままCADに取り込み(図3)、そのデータの上からなぞる形で図面を描くこととした。その後、ワイヤーカット放電加工機で加工し、いくつかのミニチュアを完成させた。

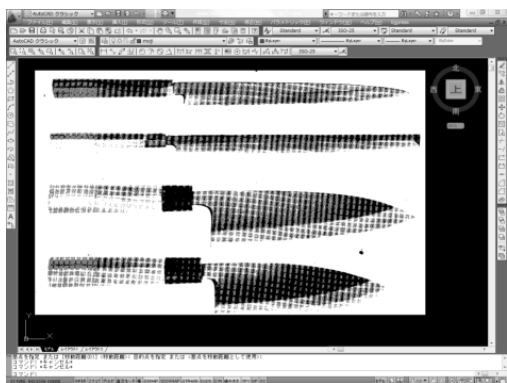


図3 CADに取り込んだ土佐打ち刃物の写真

この工程が刃物を製作する上で効率的であることが分かったため、実際の土佐打刃物の図面作成でこの手順を使用することとなった。これまで図面作成は職人の経験から紙にスケッチを描き、寸法を測定してから二次元CADで描く方法をとっていた。この方法では寸法の測

定に非常に時間がかかっていたが、新しい方法へ変えることにより図面作成の時間が大幅に削減された(図4)。

しかし、この手法を企業側で実施したところ、1点問題が発生した。二次元CADで描いた図面をもとにレーザー加工機用のプログラムを作成するとデータ量が非常に多くなり、加工を依頼している企業からプログラム作成が困難であると連絡があった。原因を探した結果、図面をスプラインで描いていたことが影響していることがわかり、図面を直線と円弧を使用して描くことで、問題は解決し、加工用のプログラムも作成することができた。

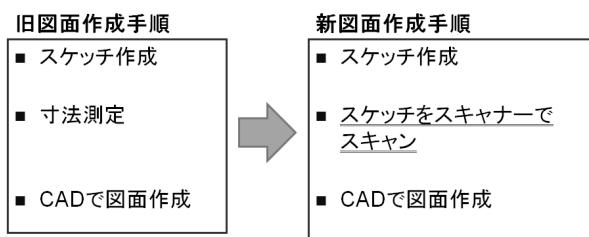


図4 土佐打刃物図面作成手順の変更点

### IV 土佐打刃物用付替えグリップの製作

現在、刃物はグリップを交換できるタイプのものが販売されている。スマートフォンや携帯音楽プレーヤーのようにカバーを取り換えてカスタマイズするのと同じで刃物のグリップを交換してカスタマイズするものである。海外のメーカーは工作機械を使用しこれらのグリップを加工している。これらのメーカーに加工依頼もできるがコストが高い。また、日本では加工している企業が少なく、依頼先が東京や大阪の企業になってしまう。さらに高知の伝統工芸製品である土佐打刃物なのでグリップも高知の企業で加工し Made In Kochi の刃物製品を作りたいとの要望があった。そこで、県内の企業へ加工依頼をする際にはデザインモデルを提示して加工依頼するよりも加工済試作品を提示することで、今まで土佐打刃物関係の加工をしたことがない企業でも加工依頼を受けてくれる可能性が高くなることから当校で加工方法の検討を行いこれに基づいた加工済試作品をつくることとなった。

#### 1 非接触三次元測定機による測定

試作品は有限会社トヨクニから預かった2種類のグリップを加工することとした。しかし加工するためのデータもなく図面もなかったことから非接触三次元測定

機（図5）を使用し実物を測定して三次元データを作成することとした（図6）。



図5 非接触三次元測定機による測定

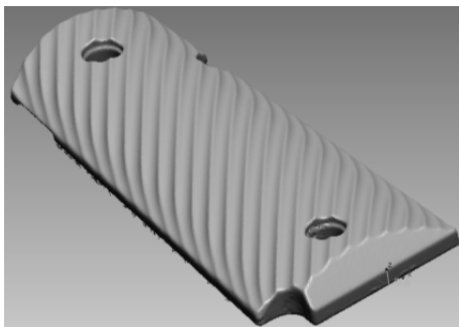


図6 測定したデータ

## 2 測定データの修正

測定したデータは部分的に測定できない箇所や塗装による表面の凹凸、測定物以外のごみや汚れなどの形状まで測定することから、測定データ修正ソフト（INUS Technology, Inc.製 Rapid Form XOR）を使用し不具合を修正した。

## 3 CAMによる加エプログラムの作成

測定データを修正して作成した stl データ<sup>(注1)</sup>をもとに CAM（株式会社牧野フライス製作所製 STLCAM）で加工プログラムを作成した。NC 加工機で加工した結果、形状はできたが実物と比較した際、表面に小さな凹凸が表れていた（図7）。そこでCAMにより加工パスの変更を試みたが、stl データは点群データであるためCAMの機能による改善は困難であった。

（注1） stl データとは三角形の平面による多面体で三次元形状を表現するフォーマット。3D プリンターで多く用いられている。

## 4 三次元 CAD によるモデリング

加工パスを変更することが困難であったため、実物をもとにスケッチをし、三次元 CAD でモデリングを行った。モデリングしたデータをもとに CAM で加工パスを作成した結果、シミュレーションでうまく加工パスをだすことができた。作成した NC データで加工を行った結果、実物と同じような形状を加工することができた（図8）。

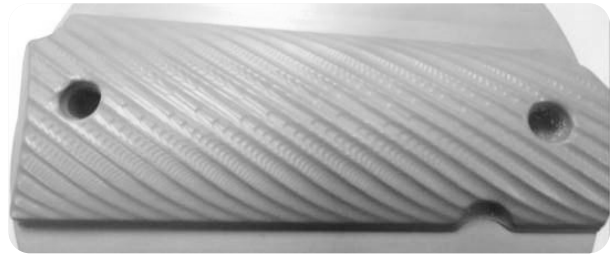


図7 測定データをもとに製作した試作品



図8 モデリングデータをもとに製作した試作品

## 5 グリップの加工

試作品をもとに有限会社トヨクニと打合せを行った結果、試作の結果が良好であるため、実際のグリップの材料で使用するマイカルタ<sup>(注2)</sup>を加工し試作品をつくることとした。マイカルタを NC 加工機に取り付けるための治具を製作し（図9）、治具にマイカルタをボルトで固定し加工を行った（図10）。

加工したマイカルタの状態を有限会社トヨクニに確認してもらった結果、良い状態に仕上がっているとのことで、実際に有限会社トヨクニから販売されているマチェットナイフ用の付け替えグリップの試作に取り組むこととした。

（注2） マイカルタとは母材を積層し樹脂で固めた素材であり、ナイフのグリップとして機能性とデザイン性に優れている。

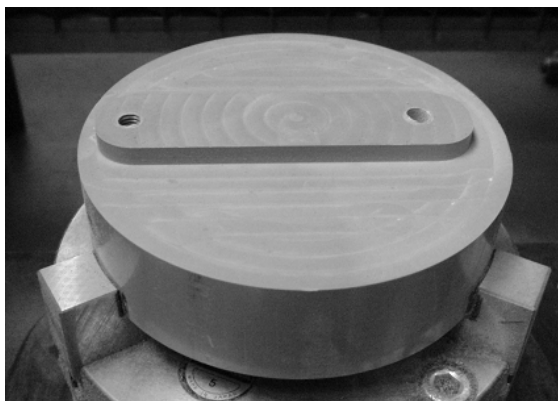


図9 マイカルタを固定するための治具

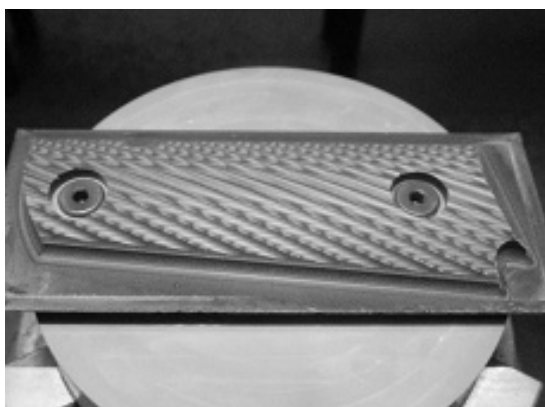


図10 マイカルタの加工結果

## 6 マチェットナイフ用グリップのモデリング

試作の対象となるマチェットナイフ（図 11）のグリップはナイフ本体に位置決め兼ネジ止め用ピンを入れる穴が開いており、そこにピンを挿入し両側からグリップを被せネジで固定する仕様であった。またグリップ感を損なわない為にグリップの外側にボルトの頭を隠す為の座グリを施す必要があった。

これらの仕様を満たすようにマチェットナイフをもとにスケッチをし、三次元 CAD でモデリングを行った。



図11 試作対象としたマチェットナイフ

## 7 3D プリンターによる試作

試作のために預かった製品のグリップは取り外せない仕様になっており、グリップを試作してもナイフ本

体に合ったものか確認することができなかった。そこで、3D プリンター (Stratasys Ltd.製 DimensionSST1200 es) でナイフ本体とグリップの試作モデルを造形した (図 12)。完成したナイフとグリップを有限会社トヨクニに確認してもらった結果、学生がモデリングしたグリップをマシニングセンタで加工することに決定した。



図12 3D プリンターで造形した試作品

## 8 治具の製作

グリップにはマイカルタを使用することとした。厚さ 8mm のマイカルタをマシニングセンタで加工する際、マシンバイスで固定するには十分な掴み代を確保できない為、専用の治具を作ることとした (図 13)。

治具をマシンバイスに固定し、マイカルタをボルトで治具に固定する仕様にした。また治具には位置決め用の突起を作り、加工中の材料のズレを防ぐ作りにした。さらに、加工する際、工具が治具に当たって削れるのを防ぐ為に、工具が当たると思われる箇所のみカルタと治具の間に隙間を作った。二次元図面をもとに NC データを作成しマシニングセンタで治具を製作した。

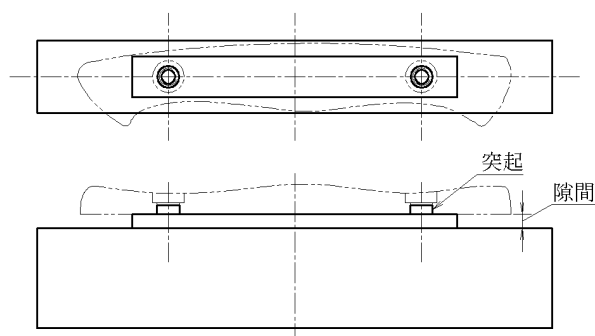


図13 グリップ加工用治具

## 9 マチェットナイフ用グリップの加工

グリップは3つの工程に分けて加工した。第1工程はマイカルタにボルトを通すための穴加工および位置決

め用の穴加工、第2工程はボルトの頭を隠すための座グリの加工、最後の第3工程はグリップの形状加工とした。加工プログラムは第1工程、第2工程はマニュアルプログラミング、第3工程は三次元CADでモデリングしたデータをもとにCAMで作成した。

NCデータ作成後、マシニングセンタで加工し3Dプリンターで造形したナイフ本体にグリップを取り付けて確認を行った。確認した結果、ナイフ本体とグリップにずれが生じていた(図14)。

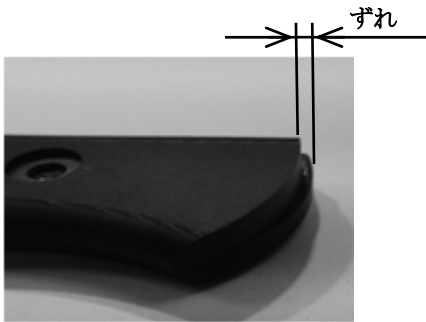


図14 ナイフ本体とグリップのずれ

原因を調べた結果、マシニングセンタで加工する際のプログラム原点の基準設定箇所が原因とわかり設定箇所を変更し再度加工した。加工した結果、ナイフ本体とグリップにずれはなく無事に完成した(図15)。



図15 完成したグリップ

## V 共同研究への発展

これまでの技術支援の成果から有限会社トヨクニでは高知職業能力開発短期大学校にどのような機器が整備され、どのような支援が可能かということが把握できたことから、新たな技術支援に関する相談があり2013年度から土佐打刃物製作の機械化に関する研究を実施することとした。現在の取り組み状況と今後の方向性について紹介する。

### 1 共同研究の概要

有限会社トヨクニでは、土佐打ち刃物の技術を加味したアウトドアナイフ、包丁、理容鋏等の製造販売を行な

っており、新製品開発にはCADにて設計後、手加工と機械加工を主として商品製造販売(高級品)を行なっている。ここ数年、ユーザの求めるものが高級素材を利用した高級刃物の多品種小ロットが主流となりつつあり国内外のユーザや販売代理店への柔軟な対応を短い納期で実現できるように三次元CADの導入を検討している。

本研究では、職人の技で仕上げていた刃物の最終形状を数値化し、伝統的な刃物形状を取り入れつつ新たな製品を三次元CADで図面制作を行ない、構造・切れ味・外観等を確認後、3Dプリンターにてサンプルを制作し、最終的にNC工作機械で和洋鋼を使い本物の土佐打ち刃物を製作していく手法を開発する。

これらの実現に必要な技術を研究し、この手法でグリップ・ケースのデザイン等も行ない意匠性を加味し高品質でデザイン性の高い商品(土佐打刃物アウトドアナイフ等)を国内外市場への投入を目的として製品作成を行い、開発した手法の検証も行う。

さらに、この手法を応用して若い世代へ技能伝承を行うために職人が製作した農山林刃物製造治具(槌、床等)の形状等を三次元CADにて数値化して後継者育成の教材作成を行う。

## 2 土佐打刃物のモデリング

2013年度は多くの種類がある土佐打刃物の中から一番基本的な刃物を選択し、職人から刃物の数値の聞き取り代表的な寸法を基に三次元CADにてサンプルを作成した(図16)。今後は三次元CADのパラメトリック機能や設計テーブルを活用し、設計内容の確認や設計変更を迅速に行うことのできる三次元モデルの構築を進めていく。

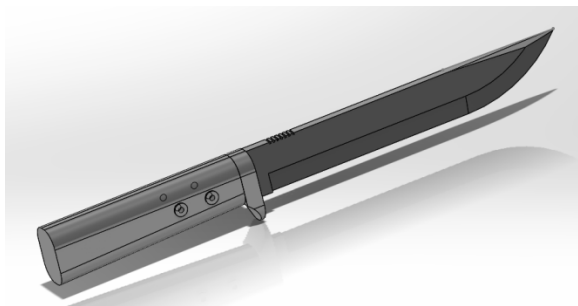


図16 三次元CADでモデリングした土佐打刃物

グリップ部分に関しては職人の手仕上げによる自由曲面形状がほとんどであるため、実際に職人が製作し

たグリップをリバースエンジニアリングによって再現することとした（図 17）。非接触三次元測定機でグリップを撮影後、データの処理を行い、3D プリンターでサンプルを制作した。サンプルを企業で確認してもらった結果、サンプルの形状までマシニングセンタで加工できれば最終仕上げを職人がすることで製品が完成するとのことでサンプルのデータをもとにマシニングセンタで加工することとした。今後はグリップ加工における効率的な加工工程を開発していく予定である。

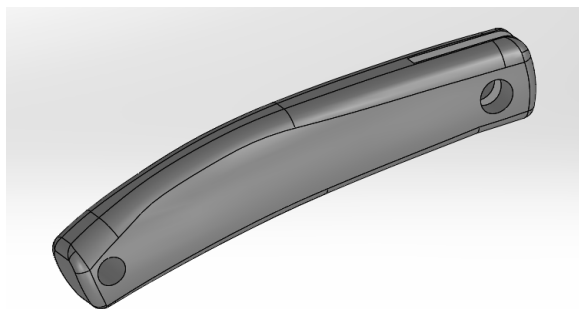


図17 リバースエンジニアリングで作成したグリップモデル

### 3 農山林刃物および製造治具の教材化

技能伝承を行うための農山林刃物および製造治具の教材化に関しては、実際に職人が製作した治具を預かり非接触三次元測定機で撮影を行いデータ化した（図 18）。これにより治具のデータ化ができることが確認できたので今後、熟練の職人が製作した鉋および製造治具をリバースエンジニアリングでデータ化し、形状について具体的な数値による表現を試みることにした。

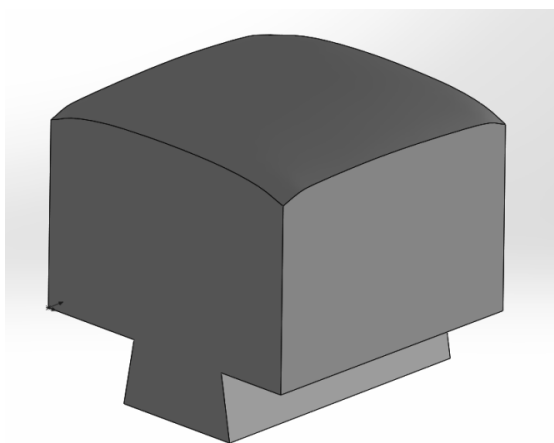


図18 リバースエンジニアリングで作成した道具の一部

## VI おわりに

今回は、総合制作実習における伝統工芸製品への技術支援の取り組みおよび共同研究について報告した。技術支援を総合制作実習のテーマとして実施することにより、学生にとって専門課程で学んだ技能・技術が実社会でどのように活かされるのか経験することができ、また学生の授業に対するモチベーションの向上にもつながったと思う。今後も様々な分野の企業への技術支援を通して地域の企業に貢献していきたい。

### 【参考文献】

- (1) 帆足雅晃、総合制作実習における伝統工芸製品への技術支援の取り組みについて、四国職業能力開発大学校 高知職業能力開発短期大学校 紀要、第24号、2012年、pp.21-23