

# Development of CAD / CAM System for Traditional Craft "Drawing / Pattern Carving Shibori" Process

FUKUTA Yuka<sup>a,b,\*</sup>, KINARI Toshiyasu<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Owari Textile Research Center, AITEC, Aichi Prefectural Government, 35 Miyaura, Mabiki, Yamato-cho, Ichinomiya, Aichi 491-0931, Japan

<sup>b</sup> Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa 920-1192, Japan

<sup>c</sup> Institute of Science and Engineering, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa 920-1192, Japan

Received 14 January 2015; accepted for publication 24 September 2015

## Abstract

This research is aimed at developing a computer aided design system for a traditional tie-dyeing craft named "Shibori". These products of folk crafts are made with the manual labors and their processes are divided into a lot of practiced hand works. In addition their manufacturing processes are dispersed to different regions. So the practiced hand works of the "Drawing / Pattern carving Shibori" process decrease in number. Producing Shibori products may become difficult because anyone cannot plan the Shibori products in the future. If the "Drawing / Pattern carving Shibori" process is simplified by computerizing, we can record the Shibori technology and can also design Shibori products easily. In this report, therefore, we developed both a CAD system for "Drawing" process in order to simplify its process and keep skilled hands of Shibori products, and a CAM system for "Pattern carving Shibori" process using CAD data. This CAD system is useful for "Mokume-Shibori" to make their stitch images by means of its small scale modification. This report also provides an overview of a CAD system for "Mokume-Shibori" to make their stitch images and a CAM system to make its trial fabric.

*Key Words* : Shibori, CAD system, Pattern paper, Tie-dye

## 伝統技法『絞りの絵付け・型彫り』工程のCAD / CAM システムの開発

福田ゆか<sup>a,b,\*</sup>, 喜成年泰<sup>c</sup>

<sup>a</sup> あいち産業科学技術総合センター尾張繊維技術センター, <sup>b</sup> 金沢大学大学院自然科学研究科,  
<sup>c</sup> 金沢大学理工研究域

### 1. まえがき

伝統技法『絞り』の一手法である『有松・鳴海絞り』では製品の生産を Fig. 1 に示すように、絵付け・型彫り・括り・染め・縫製の各工程に分業化し、産業として発展させ栄えてきた歴史がある [1, 2]. しかし現状では『絞り』の加工費削減のため、括りの工程は中国など海外で行われている。各工程の作業地域が分散し、絞り製品の企画設計に相当する絵付け・型彫り工程の担い手がなくなっている。そのため将来的に絞

り製品の企画設計が行えず、製品の生産が困難になることが考えられる。

絞り染めでは、布帛に洗えば消える染料で括りの位置を印し、布帛の印の部分で「縫う」「絞る」等の技法で括る。そこで複数枚の布帛に対し同様の括り位置を印するため、印を捺染するための型紙が必要となる。型紙を作製する場合、まず紙に描かれた模様（元絵）に対し、どの種類の括りを行うか決め、それぞれの括りの位置を型紙となるフィルムに写し取る絵付け工程の作業がある。次に括りの位置が配置された

\* 連絡先: あいち産業科学技術総合センター尾張繊維技術センター 491-0931 一宮市大和町馬引宮浦 35  
E-mail: yuka\_fukuda@pref.aichi.lg.jp, Tel: +81-586-45-7871, Fax: +81-586-45-0509

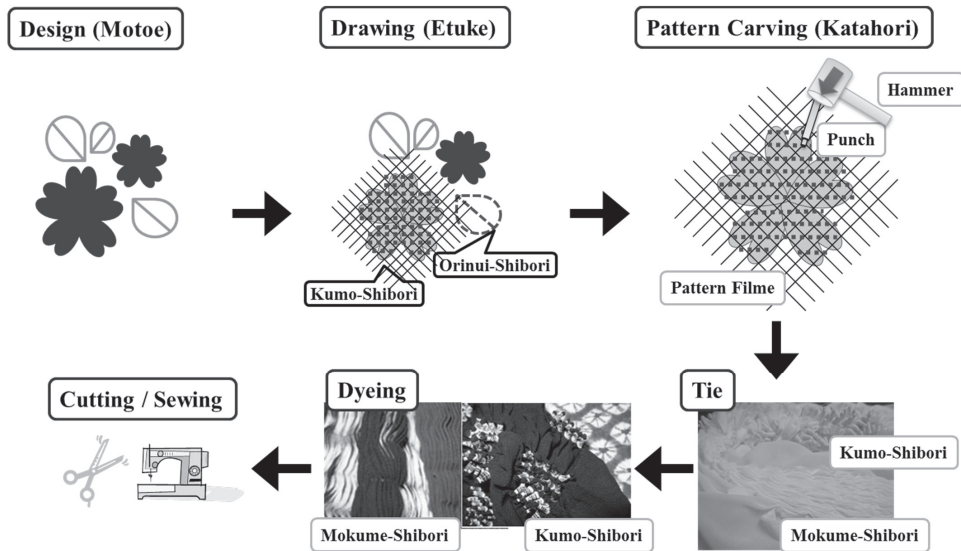


Fig. 1 Traditional Shibori Process.

フィルム上に、括りの位置をポンチで1つ1つ打ち抜く型彫り工程がある。括りの種類は百数十種類あるといわれている。各括り工程では、括りを施すそれぞれの規則があるため、その規則にのっとって括り位置を配置する必要がある。そこで、絵付け・型彫り工程は、専門の職人が行っている。また、絵付け工程、型彫り工程は、共に手作業で行われ大変な時間が必要となり、絞りの型紙を作るための絵付け・型彫り工程だけで、おおよそ5日間程度の時間がかかっている。

これまでに絞り染めの柄や技術伝承のための研究が行われている。内田らによる空目絞りの柄の発現のシミュレーションを行った研究がある [3-5]。より正確な空目絞り柄のシミュレーションを行い、熟練者と素人それぞれの絞り柄の特

徴を元に絞りの柄を定量的に評価している。川添らは絞り染めにおける染料移動モデルを用いて染料供給分布を計算することで、染物独特の手作業による不確実な要素をランダム性によって表現した絞り染めの柄をシミュレーションしている [6, 7]。西堀らは蜘蛛絞りの括り工程を行うことのできるロボットを開発した [8-10]。布帛に印された括りの位置をゴムキャップ上に置き、ニードルで布帛をゴムキャップへ押し込むことで、ゴムキャップを装着し蜘蛛絞りの括りを行うというロボットである。糸の代わりにゴムキャップを使用しているため、絞りの柄に少しの違いは見られるが、新たな絞り柄として表現されている。

一方で絞り技法は染め模様だけでなく、布帛を3次元的

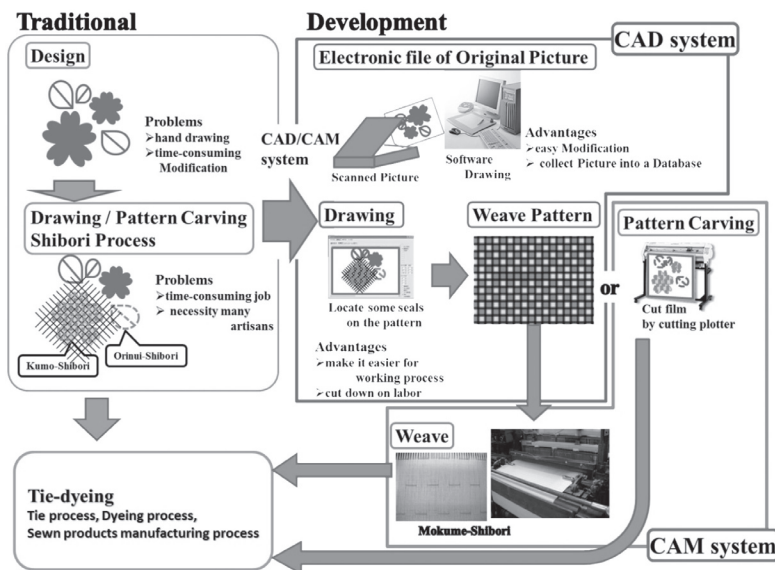


Fig. 2 Flow Chart of developed CAD/CAM system.

な凹凸形状にセットすることができる技法でもある [2, 11, 12]. 絞り加工を利用して, 用途に合わせた3次元的な凹凸感のある布帛を設計することでインテリア製品や伸縮性とゆとりによる動きやすさを持つ機能性衣服など, 絞り加工の持つ独特な伸縮性などの特性を生かした新たな製品展開も期待できる. 藤井らは, 空目絞りの伸縮性を利用した着脱しやすい病衣の開発を行っている [13]. 袖ぐりなど着脱時にゆとりの欲しい部分を空目絞りで加工し, 空目絞りの伸縮性で着脱しやすく, さらに着用時の見た目の日常性と着心地を確保した衣服について報告している.

本研究では, 絞り加工の優れた特性を生かし, これまで『絞り』とは直接関連のなかった用途へ新製品の提案をしやすくすることを想定して, 絞り製品の企画設計となる絵付け・型彫り工程と空目絞りに関しては括り工程の代替となるCAD/CAMシステムを開発した. Fig. 2に開発したシステムの概略図を示す.

本報ではその中のキーテクノロジーである, 画像またはCAD図から括る位置を印した型紙を作製するCAD/CAMシステムの開発と括り糸を織り込んだ空目絞り織物を設計するCAD/CAMシステムの開発の概要について報告する. 絵付け工程をCAD化し, そのCADデータを用いて型彫り工程をCAM化する, すなわち絵付け・型彫り工程をシステム化することにより, 型紙の作製時間を大幅に削減することができることと期待される. 作業時間の短縮以外にも, システム化によって, 絵付け・型彫り工程の未熟練者でも絞り製品の企画設計が可能となる. また, CAD化によって工程の保存が可能となるため, 絵柄をデータベース化することができる. 空目絞りについては括りの糸を織り込むことで手縫いの作業の代替となると考えられる. そこで絵付け工程のCADシステムをさらに進化させ, 括りの糸を織り込むための組織図を作成するCADシステムもあわせて開発した. 本報ではその概要およびそのCADデータを用いて括り糸を織込むCAMシステムについてもあわせて報告する.

## 2. 開発環境

ソフトウェア開発環境としては, OSとしてMicrosoft Windows XP, プログラム言語はMicrosoft Visual Basic2005を用いた. 3次元画像表示のAPIにはDirectX9を用いた. 元絵の画像処理にはAdobe Photoshop CS5を用いた. CAD図の作成にはエーアンドエー社製Vector Works ver.12.5を用いた. 型彫り工程にはAdobe Illustrator CS5とグラフィック社製カッティングプロッタ (FC8000-100)を用いた.

## 3. 絵付け工程のためのCADシステムの開発

絵付け工程とは, 紙に描かれた模様 (元絵) に対し, どの種類の括りを行うか決め, それぞれの括りの位置を型紙となるフィルムに写し取る工程である. 我々はこの工程の代わりとなる, 絞りのCADシステムの開発を行った. 括りの種類としては, 有松鳴海絞りで使用頻度の高い「空目絞り」「蜘蛛絞

り」「折り縫い絞り」について検討した.

デザイン画である元絵はスキャナーとAdobe Photoshop CS5を用い, Bitmap imageに変換するか, Adobe Photoshop CS5を用いて描いた画像を使用した. 括りの位置をフィルムに写し取る絵付け工程の代替として, 元絵画像に括りの規則に則り, 括りの位置を自動で割り付けするソフトウェアを開発した. 3種類の括りのうちどの括りを割り付けるかは, ソフトウェアのインターフェイスで最初を選択するものとした. スキャナーで取り込んだ元絵は, 括りの割り付けのエラーを無くするため画像の汚れやノイズを除去する必要がある. また選択した括りの種類の規則によって, 柄の内側の括りの部分が塗りつぶされている必要がある場合と輪郭線が良い場合があるため, 括りを割り付ける前に画像処理を行う必要がある. 市販の画像処理ソフトウェアを使用しなくても元絵の電子化を行えるシステムとするために, 括りの位置を割り付ける前処理として元絵の画像処理を行うソフトウェアを開発した.

### 3.1 元絵の電子化と画像処理

スキャナーで取り込んだ絞りの元絵画像の二値化とノイズ除去のアルゴリズムの検討を行った. 多色で取り込んだ画像は, 背景色を白, それ以外の色を黒として元絵の画像を二値化処理することとした. 二値化処理により黒となった背景の小さな点等は, 黒色のピクセルの上下左右に2ピクセル離れた4ピクセルが全て白色ならば白に変換しノイズとして消去処理することとした.

本報では, 「空目絞り」「蜘蛛絞り」「折り縫い絞り」の3種類の絞り技法について, 括る位置の自動割り付けについて検討した. よって元絵の画像ファイルは, 3種類の絞り技法それぞれを割り付け処理しやすい画像に修正するため, その画像処理方法について検討した.

「空目絞り」と「蜘蛛絞り」は, 括る部分が柄の中全体なので, 柄 (括りの位置の割り付け個所) が塗りつぶされている必要がある. 元絵が輪郭線で描かれた画像の場合, 輪郭線内を塗りつぶした元絵に変換する (Fig. 3).

$n \times m$ のピクセルの画像から輪郭線を判別し輪郭線内を塗りつぶしたいとき, 画像の左上から1列 $\times$  $m$ 行 $\rightarrow n$ 列 $\times m$ 行の順番で (画像左から右へ) ピクセルの色が白 (Fig. 4のcolorW) か黒 (同colorB) を判別する. それを $m$ 行 $\rightarrow 1$ 行で行う (画像上から下へ). colorWのすぐ右のピクセルが

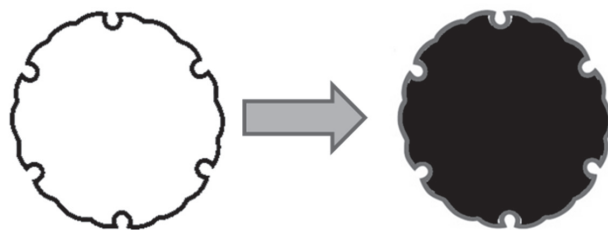


Fig. 3 Fill operation inside of contour.

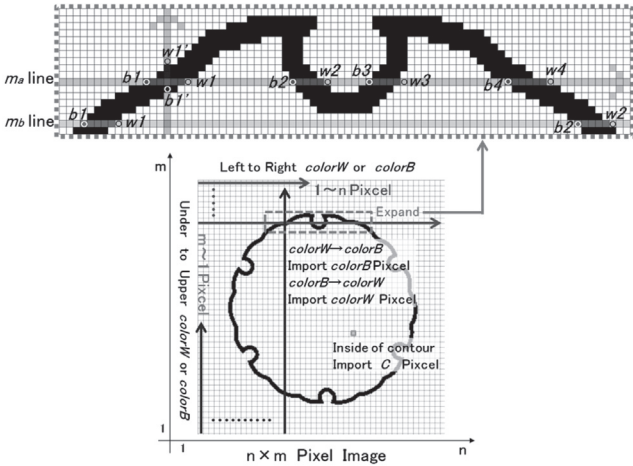


Fig. 4 Import characteristic pixels

$colorB$ である時にその  $colorB$  のピクセルを  $b$  ( $b1, b2, \dots$ ),  $colorB$  のすぐ右のピクセルが  $colorW$  である時にその  $colorW$  のピクセルを  $w$  ( $w1, w2, \dots$ ) とする (Fig. 4). Fig. 4 の  $m$  行の部分と同様に, 各行で  $b1, w1, b2, w2$  のピクセルが取得でき,  $w1$  列から  $b2$  列までのピクセルを  $colorW \rightarrow colorB$  に変換することで輪郭線内が塗りつぶされる. 次に画像の左下から  $n$  列  $\times$   $m$  行  $\rightarrow n$  列  $\times$  1 行の順番で (画像下から上へ) ピクセルの色が  $colorW$  か  $colorB$  を判別する. それを 1 列  $\rightarrow m$  列で行う (画像左から右へ).  $colorW$  のすぐ上のピクセルが  $colorB$  である時にその  $colorB$  のピクセルを  $b'$  ( $b1', b2', \dots$ ),  $colorB$  のすぐ上のピクセルが  $colorW$  である時にその  $colorW$  のピクセルを  $w'$  ( $w1', w2', \dots$ ) とする. 各行で  $b1', w1', b2', w2'$  のピクセルが取得でき,  $w1'$  列から  $b2'$  列までのピクセルを  $colorW \rightarrow colorB$  に変換することで輪郭線内が塗りつぶされる.

折り縫い絞りは, 元絵の輪郭線を縫って絞る技法のため, 括りの位置の割り付けは輪郭線である必要がある. 元絵が塗りつぶされた画像の場合, 画像の上部左端から輪郭を判別し, 画像の輪郭線に沿ってピクセルを順番に抽出し輪郭線の元絵に変換する (Fig. 5).

$n \times m$  のピクセルの画像から輪郭線を抽出するとき, 1 列  $\times$   $m$  行  $\rightarrow n$  列  $\times$   $m$  行の順番で (画像左から右へ) ピクセルの色が  $colorW$  か  $colorB$  を判別する. それを  $m$  行  $\rightarrow 1$  行で行

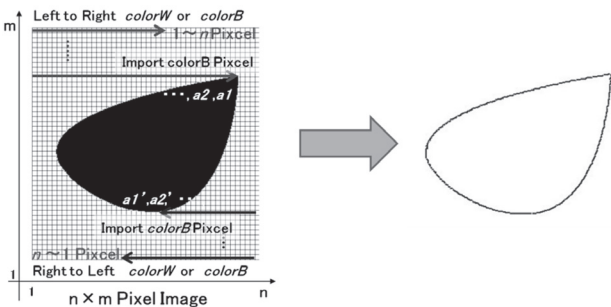


Fig. 5 Pickup contour from solid image.

う (画像上から下へ). 最初に  $colorB$  となったピクセルを取得し  $a$  とする.  $a$  を 1 点取得した時点で次の行の判別に移る.

$m$  行まで判別したら次に,  $n$  列  $\times$   $m$  行  $\rightarrow 1$  列  $\times$   $m$  行の順番で (画像右から左へ) ピクセルの色が  $colorW$  か  $colorB$  を判別する. それを 1 行  $\rightarrow m$  列で行う (画像下から上へ). 最初に  $colorB$  となったピクセルを取得し  $a'$  とする.  $a'$  を 1 点取得した時点で次の行の判別に移る.

取得したピクセルを取得した順番 ( $a1, a2 \dots \rightarrow a1', a2' \dots$ ) で結ぶことで, 画像の輪郭線を描画した.

### 3.2 元絵に対する括りの位置の自動割付けの検討

各絞り技法の【括りの規則】をアルゴリズム化し, 元絵に対して自動で括る位置を割り付けるソフトウェアを開発した. 「杓目絞り」「蜘蛛絞り」「折り縫い絞り」の 3 種類の絞り技法の「元絵に対する括る位置の自動割付け」について検討した.

#### 3.2.1 杓目絞りの自動割り付け

杓目絞りは絞りを施したい布帛の面に, 約 1 ~ 2 cm 間隔の横縞線となるよう約 5 ~ 10 mm の運針で並縫いし, その並縫い糸を絞ることによって縦方向の皺が杓目模様になる絞り技法である. よって絞りを施したい柄の塗りつぶし処理を行った部分に, 横縞に割り付けした並縫い線を印す型紙を製作する必要がある. まず, 前処理を行った元絵を配置した型紙となるサイズの画像を,  $Y$  方向に並縫い線の間隔  $b$  mm と  $X$  方向に運針のピッチ  $a$  mm で格子状に区切る (Fig. 6).  $a, b$  の間隔は入力した数値の変数とし, 1 つの格子の中心点が元絵画像の塗りつぶされた範囲に入っている場合, その格子は括ると判別する.

1 mm を 4 ピクセルとし, 格子の行列を  $(x, y)$  とすると格子の中心点の座標  $(Xc, Yc)$  は,

$$Xc = (4 \times a \times x) - \left(4 \times \frac{1}{2} \times a\right) \quad (1)$$

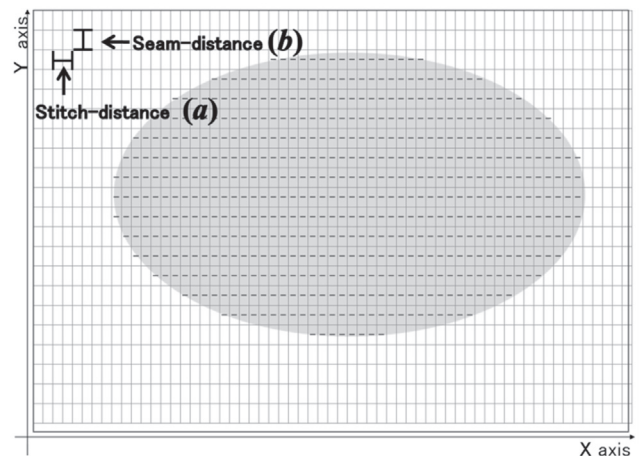


Fig. 6 "Mokume-Shibori" pattern marking.

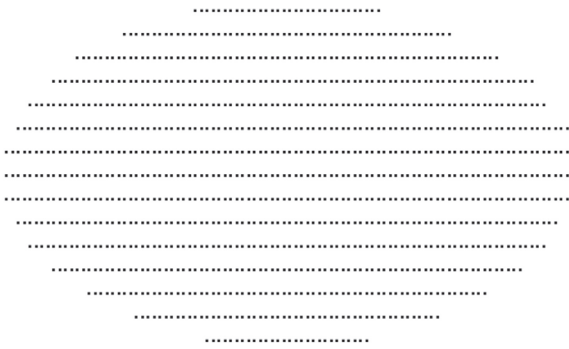


Fig. 7 "Mokume-Shibori" pattern image.

$$Y_c = (4 \times b \times y) - \left(4 \times \frac{1}{2} \times b\right) \quad (2)$$

となる。

括ると判別された格子では、格子の上下の中央部に格子の幅の半分の長さの線分を描き、破線の並縫い線を表す割り付け画像を作成した。この線分の左端座標  $(L_x, L_y)$  と線分の右端座標  $(R_x, R_y)$  は、

$$(L_x, L_y) = \left(X_c - \left(4 \times \frac{1}{4} \times a\right), Y_c\right) \quad (3)$$

$$(R_x, R_y) = \left(X_c + \left(4 \times \frac{1}{4} \times a\right), Y_c\right) \quad (4)$$

また左端座標  $(L_x, L_y)$  から右端座標  $(R_x, R_y)$  をそれぞれ中心として直径 1 ~ 3 mm の円または 1 辺 1 ~ 3 mm の正方形を描き運針のピッチを印す型紙画像 (Fig. 7) を作成した。

### 3.2.2 蜘蛛絞りの自動割り付け

蜘蛛絞りは絞りを施したい布帛の面に、傘の竹骨のように皺を寄せて巻き上げて絞り、直径約 1 ~ 2 cm の円形で蜘蛛の巣のような絞り模様が並んだ絞り技法である。また、蜘蛛絞りは布帛の布目に対し 45° 方向に括り作業を行う。よって絞りを施したい柄に、円形を 45° 方向に密に並べた時の円の中心点を印す型紙を作製する必要がある。まず、前処理を行った元絵を配置した型紙となるサイズの画像を、円の直径  $k$  mm を 45° 方向に密に並べるため、45° と 135° の斜線で格子状に区切る (Fig. 8)。

$k$  は入力した数値の変数とし、斜線が交差する箇所を蜘蛛絞りの括りの中心とする。45° 方向に見た括りの中心間の距離である格子の斜線の距離が  $k$  mm であるため、 $X$  座標となる 0° 方向と  $Y$  座標となる 90° 方向の括りの中心間の距離は  $\sqrt{2}k$  mm となる。この距離を  $K$  mm と置く。1 mm を 4 ピクセルとすると、格子の行列を  $(x, y)$  とすると格子の中心点の座標  $(X_c, Y_c)$  は、

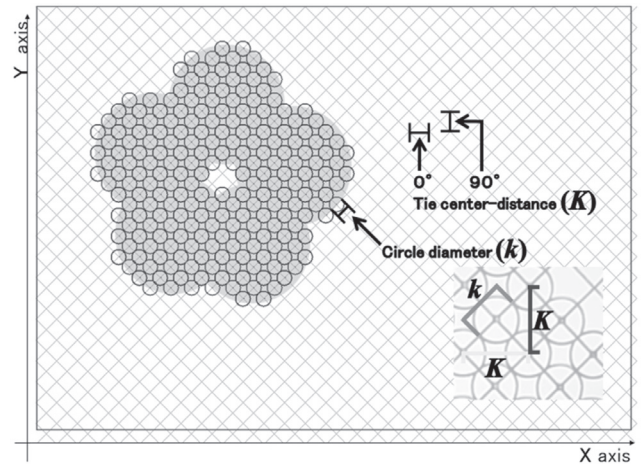


Fig. 8 "Kumo-Shibori" pattern marking.

$$X_c = (4 \times K \times x) - \left(4 \times \frac{1}{2} \times K\right) \quad (5)$$

$$Y_c = (4 \times K \times y) - \left(4 \times \frac{1}{2} \times K\right) \quad (6)$$

となる。

1 つの格子の中心点が元絵画像の塗りつぶされた範囲に入っている場合、その格子を括ると判別する。括ると判別された格子では、格子の中心点の座標  $(X_c, Y_c)$  が円の中心となるような直径  $k$  mm の円を描いた割り付け画像を作成した。また括ると判別された格子の中心が蜘蛛絞りの中心となるため、格子の中心座標が中心となる直径 1 ~ 3 mm の円または 1 辺 1 ~ 3 mm の正方形を描き括りの位置を印す型紙画像 (Fig. 9) を作成した。

### 3.2.3 折り縫い絞りの自動割り付け

折り縫い絞りは柄の輪郭に沿って布帛を山折りし、浅く並み縫いして縫い糸を絞ることによって、柄の輪郭線が防染され模様になる絞り技法である。よって絞りを施したい柄の輪郭線を山折り線とし、破線で印す型紙を作製する必要がある。

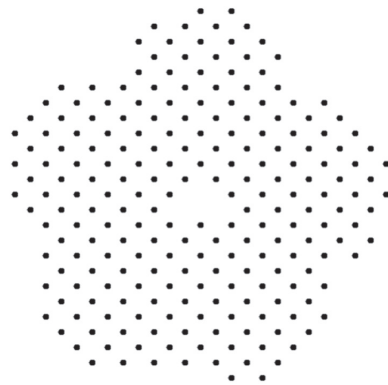


Fig. 9 "Kumo-Shibori" pattern image.

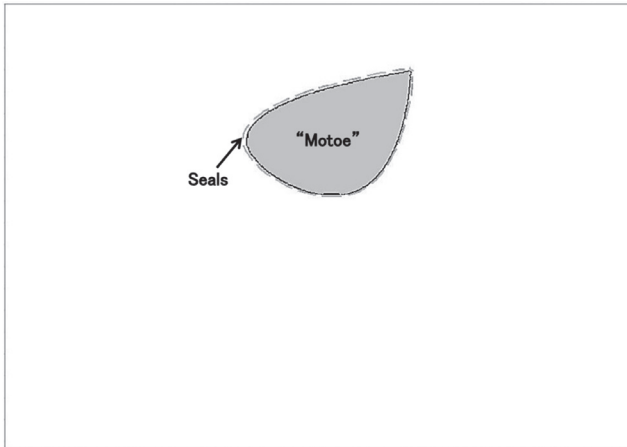


Fig. 10 "Orinui-Shibori" pattern marking.

前処理を行った元絵を配置した型紙となるサイズの画像の輪郭線を山折り線とし、輪郭線上に破線として割り付けを行うこととした (Fig. 10).

### 3.3 絵付け工程のためのCADシステムの出カデータ

絞り製品の元絵は、絞りの種類、染める色、柄の組み合わせを変えて再利用されている。手描きの元絵では、柄のサイズはそのまま再利用されるが、電子化された元絵であれば柄のサイズを拡大・縮小することで、1枚の元絵から作成できる柄のバリエーションが広がることも期待できる。そこで開発したCADシステムで作成されたデータはFig. 11に示す4種類の画像データとして保存することとした。

元絵の画像処理を行うソフトウェアでは、各画像処理の途中および画像処理後の画像をFig. 11の①に示す元絵画像としてBitmap image形式のファイルを作成した。また、カッティングプロッタで括りの位置に穴をあけて型紙を作製するために、穴の形状を印した型紙の画像データが必要である。Fig. 11の②に示す括りの位置を布帛に捺染するための穴をあ

る型紙画像としてPNG image形式のファイルを作成した。元絵に対して括りの位置と絞り柄がどのように配置されているかを確認するために、元絵と括り位置を重ねた状態の画像をFig. 11の③に示す割り付け画像としてBitmap image形式のファイルを作成した。さらに、絞り染めの色と絞り柄の配置を確認するために、絞り染めた布帛のシミュレーションイメージとしてFig. 11の④に示すBitmap image形式のファイルを作成した。

## 4. 型紙カットのCAMシステム

### 4.1 カッティングシステム

布帛に括りの位置を捺染するための型紙を作製する型彫り工程の代替として、カッティングプロッタを用いたCAMシステムについて検討した。前述したCADシステムで括りの位置を印した型紙画像のPNG imageデータを、カッティングプロッタに出力することで、PETフィルムに括りの位置の穴を開けた型紙を作製した。カッティングプロッタへの出力はAdobe CS5 Illustratorを用い、型紙画像の括りの位置の印をトレースし、捺染する布帛に対して必要なサイズのフィルムをカットした。

括りの位置を印したPNG imageは1枚で用いるだけでなく、異なる種類の括りの位置を印したPNG imageを複数枚を配置し1枚の型紙のデザインとして合成したものも用いた。

### 4.2 型紙のカット形状の検討

Fig. 12に示すようにカットした形状と布帛への捺染について検討した。型紙となるPETフィルムの括りの位置を、直径1~3mmの円形および1辺の長さが1~3mmの正方形で形状とサイズの違う捺染の穴をカットし、印をつけるための染料で捺染した。

1mmのサイズでは円形および正方形共にカットできなかった。1.5~3mmでは、カットしたサイズどおりに布帛

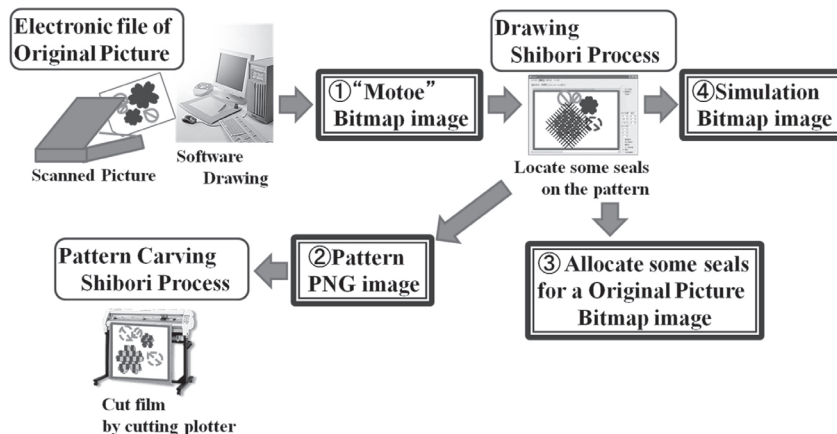


Fig. 11 Output images obtained from developed CAD data.

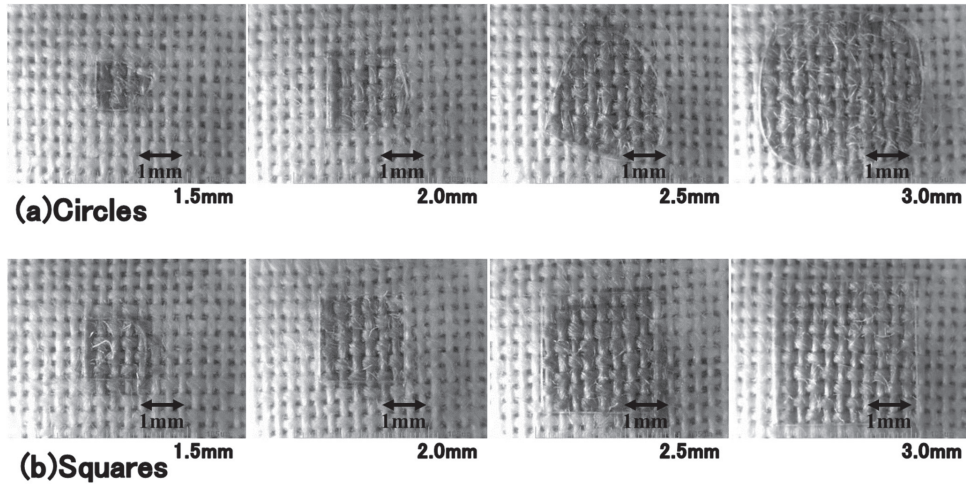


Fig. 12 Printed pattern by different shapes and sizes of holes cut on the pattern paper.

へ捺染することができた。型紙をカットする形状は、正方形の方が円形と比べカットするスピードが速く、利点があった。2.5 mm 以上のサイズでは、印のサイズが印と印の間の空隙より大きくなり、絞りを施す時に位置がわかりにくく不適当であった。「空目絞り」と「蜘蛛絞り」では、1.5 mm または 2.0 mm のサイズが括りを施す印として適していた。「折り縫い絞り」は、輪郭の曲線に印するため、より小さいサイズが適していた。

同じ布帛に複数の種類の絞りを施すことがある。そのため括り工程では捺染された印を見て、どの絞り技法施すかを区別する必要があるため、括り技法によってカットする穴の形状やサイズを変えることとした。

### 4.3 試作品の作製

開発した絵付け・型彫り工程の CAD / CAM システムを使用し、絞りの試作品を作製した。Fig. 13 には楕円形状に空目絞りを割り付け、綿布に絞り染めを行った手順を示した。Fig. 14 にはアジサイの花に蜘蛛絞り、葉に折り縫い絞りを割り付け、綿布に絞り染めを行った手順を示した。以上のように、

開発したソフトウェアで 3 種類の絞りの絵付けを行うことができた。手作業と比較して、絞りの位置の割り付けの微調整ができない問題点があったので、今後の改良が必要である。また、カッティングプロッタを用いて、型紙画像から型紙を作製することができた。

染色後の柄形状と染文様を確認するためのイメージとして、Simulation Model を作成した。空目絞りをを用いた Fig. 13 の試作品は、シミュレーションイメージに近い柄形状に染まっており、できあがりの柄の外観を確認するには良好であるが、空目の染文様としては実際の染文様との違いが大きく、今後改良する必要があると考える。蜘蛛絞りと折り縫い絞りをを用いた Fig. 14 の試作品では、柄形状と蜘蛛絞り、折り縫い絞りの染文様は共にシミュレーションイメージに近い柄となっており、できあがりの染模様の確認ができることがわかった。

### 5. 空目絞りの括り糸を織り込んだ織物

空目絞りは並縫い糸を絞ることによって縦方向の皺が空目模様になる絞り技法であるため、空目絞りの括り糸となる並

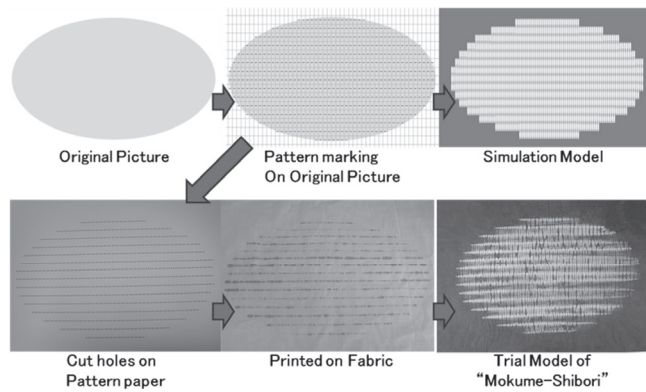


Fig. 13 Trial model of "Mokume-Shibori".

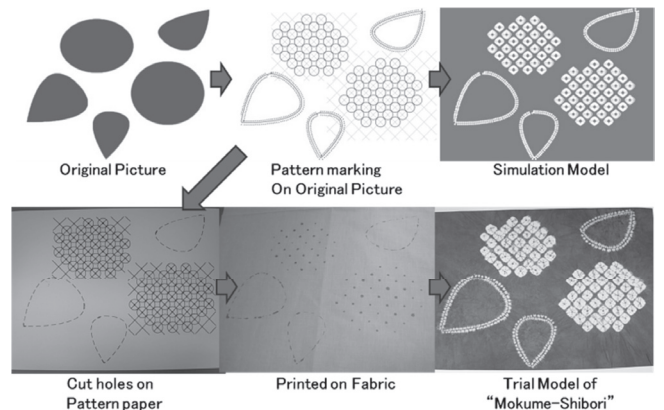


Fig. 14 Trial model combining "Kumo-Shibori" and "Orinui-Shibori".

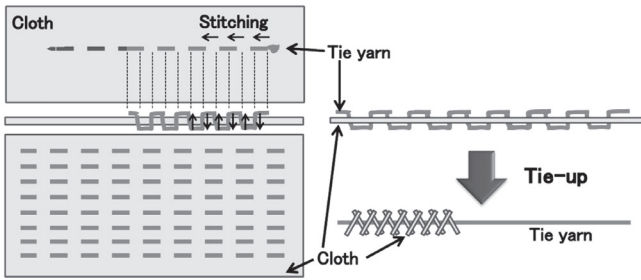


Fig. 15 Stitch image of "Mokume-Shibori".

縫いの糸を緯糸として織り込めば、並縫い作業の代わりとなる。Fig. 15 に空目絞りの括り糸の模式図を示す。

Fig. 15 のように括り糸を織り込むためには、括り糸が空目絞りの並縫いのように織り込む織組織図を設計する必要がある。そこで、並縫いの糸を緯糸として織り込むための織組織図を設計するソフトウェアの開発を行った。

### 5.1 括り糸を織り込んだ織組織図の設計

3.2 節で Fig. 6 に示した「元絵に対する括り位置の自動割付け」のと同様に、空目絞りの括りの位置を入力した型紙データを元に、織組織図を設計するアルゴリズムについて検討した。

Fig. 16 に作成した織組織図を示す。まず、絞りの型紙を製作する織物の密度で分割し、下地の織物の組織図を入力した。下地の織物は平織組織とした。次に空目絞りの括りの糸が緯糸として織り込まれるよう、10～20 mm の間隔となるように平織組織図に横 1 列分の括り糸の織組織を挿入する。括り糸の組織は、5～20 mm ピッチの並縫いとなるよう織物の表裏に浮き沈みする組織として設計した。

### 5.2 試作品の作製

Fig. 16 および Fig. 17 の織組織図の織物を、ドビー式織機（久保鉄工所製 KS 1A-44）を用いて試作した。織り込ん

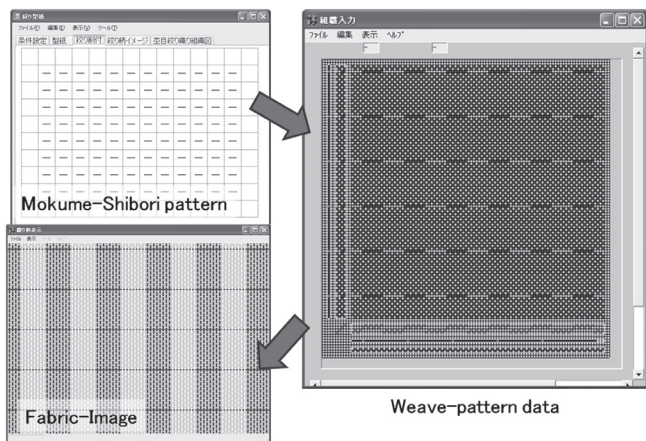


Fig. 16 Weave-pattern data of "Mokume-Shibori" fabric.

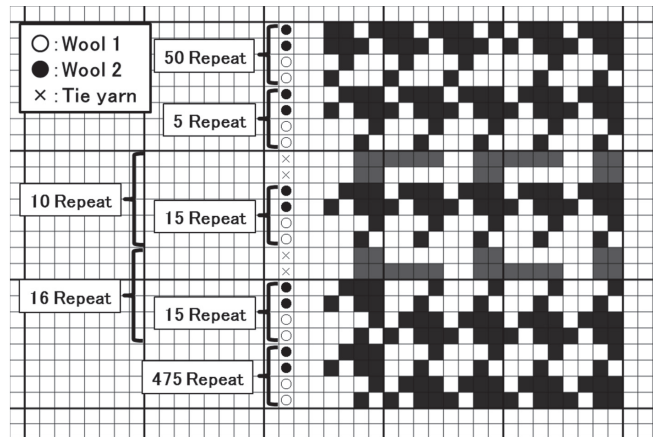


Fig. 17 Weave-pattern data of "Mokume-Shibori" garment.

だ括り糸を絞って熱セットし括りの形状を確認した (Fig. 18). 空目絞り様の蛇腹形状にセットできたが、織り込むことで括り糸が手縫いするときより正確なピッチで入るため、正確なヒダの蛇腹の形状となった。括り糸の浮き沈みを 1 本ごとに交互にし、市松様にすることで、空目絞りとは異なる様子の絞りを行うこともできた。

さらに空目絞りの括り糸を織り込み、絞りの凹凸形状を熱セットすることで、無縫製でワンピースの形状となる織物を試作した。Fig. 17 に 2 重織に括りの糸を織り込むための織組織図、Fig. 19 に試作品の写真を示す。下地の織物を平 2 重織にし、織物の両耳部分で 2 重織を接結し筒状の織物とした。肩にあたる部分も接結し、袖ぐり、首ぐりとなる部分は接結しない織組織として、筒織生地的身頃、ウエスト部分に括り

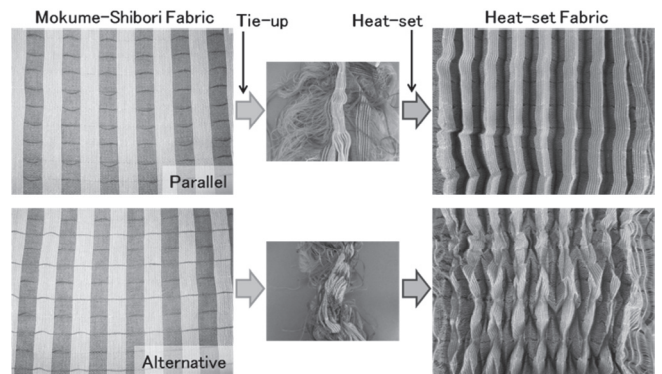


Fig. 18 Trial models of "Mokume-Shibori" fabric.

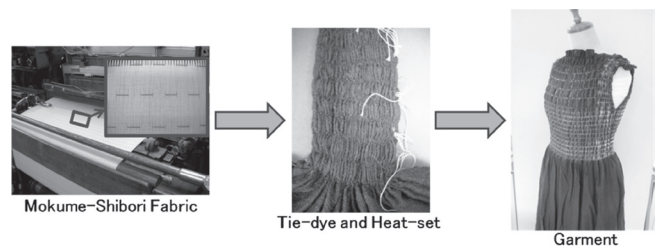


Fig. 19 Trial model of "Mokume-Shibori" garment.



糸を織り込み絞って熱セットすることにより、ワンピースとして着用できる織物が作製できた。

## 6. 結 言

画像またはCAD図から括る位置を印した型紙を作製するCAD/CAMシステムを開発した。開発したシステムを使用することで、熟練の技術を持たない者でも、絞り製品の企画設計が可能となる。シミュレーションイメージは試作品に似ていることが確認でき、出来上がりのイメージを確認してから製品の作製ができることがわかった。また、杓目絞りの括りの糸を織り込むための織組織の設計と括りの糸を織り込んだ試作品ができ、杓目絞りの括りの糸を手縫いする作業を機械化できることがわかった。『絞り』の持つ優れた機能（凹凸感・伸縮性等）を生かし、インテリア製品・介護服等伝統工芸品にとどまらず、新たな分野への絞り製品の展開も期待できる。また手作業の絵付け・型彫り工程を電子化システムに置換することで、これまで5日程度要していた型紙作製が半日程度となり、『時間』『コスト』ともに大幅な削減が期待できる。

## <謝 辞>

本研究において、ご協力いただきました（有）近清商店近藤典親様に感謝いたします。また本研究は、独立行政法人科学技術振興機構地域イノベーション創出総合支援事業重点地域研究開発推進プログラム平成21年度シーズ発掘試験Aおよび独立行政法人科学技術振興機構平成22年度研究成果最適展開支援プログラムA-STEP【FS】ステージ探索タイプの

助成を受け行いました。

## References

- [1] Arimatsu Shibori Mutumi Group (2008) “CELEBRATING 400 YEARS OF JAPANESE ARTISAN DESIGN, ARIMATSU-NARUMI SHIBORI ‘World of TAKUMI’”, DVD
- [2] Takeda K (2009) Japan society of Home Economics, **61**, 177-178
- [3] Uchida T, Okamura M, A A Merati T, Uchida Y (2005) Proceedings of the 8th Asian Textile Conference, Tehran, Iran, CD-ROM, PostersFullAll.pdf, 81-86
- [4] Uchida T, Okamura M(2007) Sen’i Gakkaishi, **63**, 218-222
- [5] Uchida T, Okamura M(2009) Sen’i Gakkaishi, **65**, 41-47
- [6] Kawazoe I, Hamakawa R (2014) IPSJ SIG Technical Report, 2014-CVIM-191(6), 1-8
- [7] Kawazoe I, Hamakawa R (2014) IPSJ SIG Technical Report, 2014-CG-154(18), 1-7
- [8] Nishibori K(2011) Japanese Patent Application 2011-190550
- [9] Nishibori K, Hirata Y, Hyodo A (2011) Proceedings of the 2011 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, 1A1-D07, 1-3
- [10] Nishibori K, Hirata Y, Hyodo A (2010) Proceedings of the 2010 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, 1A2-A24, 1-2
- [11] Kondoh N (2001) Japanese Patent 3150946
- [12] Kondoh N (2001) Japanese Patent Application 2001-089907
- [13] Fujii N (2012) Hibikagakugijutsushinkouzaidan kenkyuhoukokusyo,14, 121-132