

# 型紙自動作製システムの実用性検討 型友禪における型紙作製の自動化に関する研究（第3報）

色染化学チーム 藪内 快, 上坂 貴宏  
デザインチーム 沖田実嘉子  
製織システムチーム 廣澤 覚, 名所 高一

## 要 旨

型友禪における型紙作製は手彫りで行われ、職人の技能に大きく依存している。しかし近年、職人の高齢化や後継者不足によって型紙を作製できる職人は減少しており、このままでは型紙の供給が困難となり、型友禪業界に大きな影響を及ぼす事態が予想される。そこで弊所では、平成28年度からカッティングプロッターを用いた型紙自動作製システムの検討を行っている。今年度は加工条件の精査による加工精度の更なる向上の検討と型枚数が3枚程度の比較的単純な図案について自動作製した型紙を用いて生地に手捺染する実地試験を行い、型紙自動作製システムの実用性を評価した。今回の実地試験では良好な結果を得られており、手彫りの型紙の代替として使用できる可能性が示唆された。今後は更に複雑な図案についても実地試験を実施し、実用性の評価を続けていく。

## 1. 緒言

京都の繊維産業は高度に分業化していることが特徴であるが、近年、高齢化や後継者不足による生産工程の断絶など分業化の弊害が顕在化しつつある。型紙製造工程においても高齢化や職人の減少により型紙の供給が困難になる可能性が指摘されている。型紙の供給が途絶えることになれば型友禪業界に与える影響は甚大であり、この問題への解決策が求められている。

職人不足による型紙作製工程の断絶という問題の解決策の一つとして型紙作製の自動化が考えられる。機械による染色型紙の自動彫刻は小紋文様や伊勢型紙を対象に検討が行われており、実際の型紙製造工程への利用可能性が示されている<sup>1, 2)</sup>。京都を代表する捺染技法である型友禪においても、型紙の供給不足への対策として型紙製造工程の自動化が求められており、京都独自の生産工程に合致した型紙自動作製システムの開発が希求されている。

そこで弊所では、28年度より型紙自動作製システムの構築を検討してきた。その中で、コストの低さや省スペース性に大きな利点があり、かつ、手彫りの型紙と切断形状も近いことから型紙の自動加工用の装置としてロールタイプのカッティングプロッターを選定し、その実用性を評価してきた。昨年度までの活動により、座標補正用目印（トンボ）による自動補正機能を利用した上で、型紙のたわみを軽減する措置を取ることで精度が向上することが分かっている<sup>3, 4)</sup>。一方で、更なる精度の

向上が必要であることや手彫りとの型紙の切り口の差などによる工程トラブルの有無を確認することなどの課題が残っている。

本報では、カッティングプロッターでの切断条件を精査することに加え、自動彫刻で作製した型紙を実際の手捺染に使用し、染色の仕上りを確認するとともに、糊置き工程で使用する際の問題点の抽出とその対策検証のため実地試験を行った。

## 2. 実験方法

### 2.1 型紙

厚さ約0.2 mm (10番) の合成型紙 (ST紙) にフィルムを裏張りして使用した。型紙にはあらかじめ糸目とともに座標補正用目印（トンボ）をスクリーン印刷した。

### 2.2 加工機

カッティングプロッターはロールタイプのミマキエンジニアリング製、CG-160FX-IIを使用した。また、加工精度評価サンプル作製の際にはカット圧100 g、カット速度は1, 10, 40 cm/sでカットを行った。

### 2.3 加工精度の評価

作製した型紙はデジタルマイクロスコープ（キーエンス製、VHX-2000、倍率100倍）で撮影を行い、同装置にインストールされている解析ソフトで図1に示すように糸目の総幅（L<sub>1</sub>）と糸目の内側の端からカットの中心位

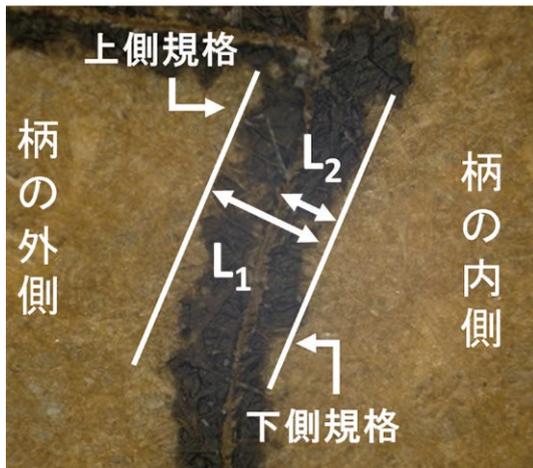


図1 カット位置の測定イメージ

置 (L<sub>2</sub>) の測定を行った。図2に図案中の測定点を示す。

カット位置の測定は、L<sub>1</sub>とL<sub>2</sub>の測定値を式1に代入し、糸目の中心からのカット位置の距離 (L<sub>c</sub>) を算出することで行った。カット位置が糸目の中心であればL<sub>c</sub>は0 μmとなる。

$$L_c = L_2 - \frac{L_1}{2}$$

式1 L<sub>c</sub>の計算式

加工精度の評価には、工程の品質管理に一般的に使用されている片側の工程能力指数 (C<sub>pk</sub>) を用いた。C<sub>pk</sub>は平均値と標準偏差から規格の上限 (上側規格) および規格の下限 (下側規格) から外れる確率を推定するもので、今回の実験ではカット位置が糸目外に出る (カット位置が図1の「柄の外側」もしくは「柄の内側」の領域に位置すること) 部分の発生率を評価した。

一般的な糸目の太さは500 μmであることから、上側規格を柄の外側と糸目の境界 (+250 μm)、下側規格を柄の内側と糸目の境界 (-250 μm) とし、上側規格の工程能力指数C<sub>pk</sub> (USL) と下側規格の工程能力指数C<sub>pk</sub> (LSL) を式2から算出した。切断位置が糸目外に出る部分の発生率が0.3%以下と推定されるC<sub>pk</sub> (USL)、C<sub>pk</sub> (LSL) が共に1.0以上を目標に設定した。

$$C_p(\text{USL}) = \frac{\text{上側規格} - \mu}{3\sigma}, C_p(\text{LSL}) = \frac{\mu - \text{下側規格}}{3\sigma}$$

式2 C<sub>pk</sub>(USL), C<sub>pk</sub>(LSL)の定義式

## 2.4 実地試験用の型紙の作製

実地試験に使用した図案を図3に示す。この図案の一

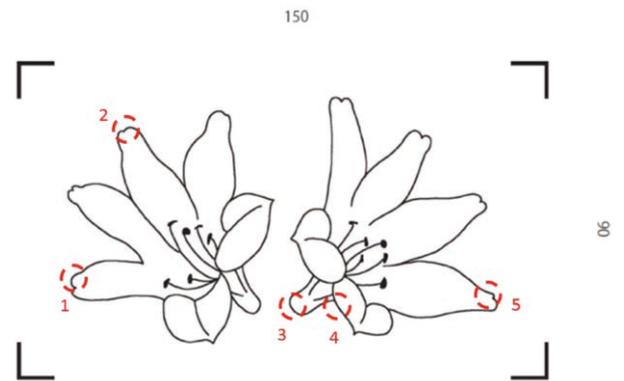


図2 図案中の測定箇所



図3 実地試験に使用した図案

部をイラストレーターでベクター化し、カッティングプロッターのカットデータとして使用した。カットデータは昨年<sup>4)</sup>の報告と同様ラスターデータをベクター化した後、オフセット処理を施すことで作製した。今回は図案のうち葉の一部と枝、総伏せの三種類を作成した。作成したカットデータを図4に示す。

実地試験で使用した型紙は、厚さ0.2 mmのST紙に対してカットスピード1 cm/s、カット圧100 g、で自動彫刻を行った。

## 3. 実験結果

### 3.1 加工精度の評価

表1に各測定箇所でのL<sub>c</sub>の平均値と標準偏差、C<sub>p</sub> (USL), C<sub>p</sub> (LSL)を示す。各測定結果を見ると、カット速度が1 cm/sの結果は全ての測定箇所でもC<sub>pk</sub> (USL), C<sub>pk</sub> (LSL)が1.0を超えており、十分な加工精度を達成している。一方で、カット速度が10 cm/sおよび

表1 各加工条件での加工精度

測定箇所	カットスピード 1cm/s N=24				カットスピード 10cm/s N=16				カットスピード 40cm/s N=11			
	平均値/ $\mu\text{m}$	標準偏差	Cpk(HSL)	Cpk(LSL)	平均値/ $\mu\text{m}$	標準偏差	Cpk(HSL)	Cpk(LSL)	平均値/ $\mu\text{m}$	標準偏差	Cpk(HSL)	Cpk(LSL)
1	-139	34	3.81	1.09	-171	37	3.79	0.71	-136	31	4.15	1.23
2	-64	55	1.90	1.13	-59	54	1.91	1.18	-64	43	2.43	1.44
3	-32	41	2.29	1.77	-113	34	3.56	1.34	-103	66	1.78	0.74
4	-111	35	3.44	1.32	-152	42	3.19	0.78	-171	55	2.55	0.48
5	-21	63	1.43	1.21	19	48	1.60	1.87	16	51	1.53	1.74

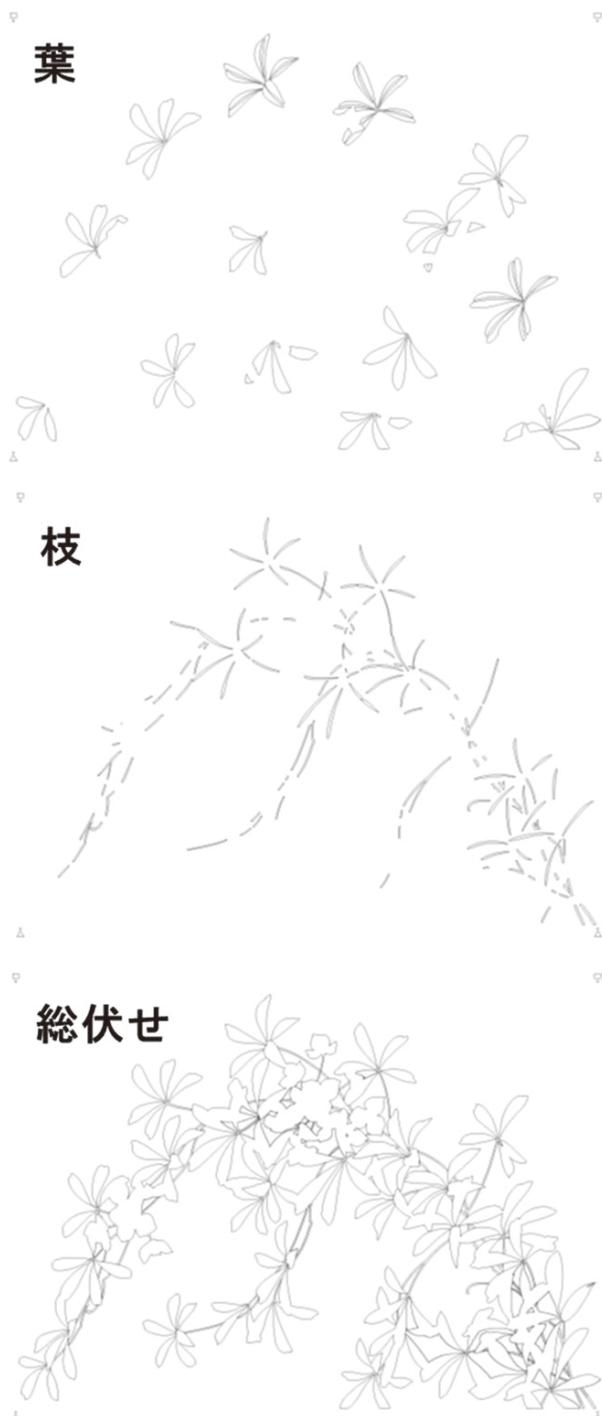


図4 作成したカットデータ  
(葉, 枝, 総伏せ)

40 cm/sの測定結果では、Cpk (LSL) が1.0未満となっている測定箇所が存在する。以上のことから、カット速度は遅い方が加工精度の面では有利であり、カット速度が1 cm/sであれば型紙を作製するのに十分な加工精度が得られることが分かった。

また、カット速度が10 cm/sでも糸目の幅が広く、正確な制御が必要でない図案には適用可能となる可能性もある。例えば糸目の幅が600  $\mu\text{m}$ の図案の場合、下側規格は-300  $\mu\text{m}$ でありCpk (LSL) は全ての測定箇所ですべて1.0以上の十分な加工精度を有することになる。カットスピードは加工精度に影響を与えるが生産性に与える影響も大きい、そのため求められる加工精度があまり高くない場合はカットスピードを上げ、生産性を重視した加工条件にすることも可能である。

以上のことから、図案や糸目の太さに合わせカットスピードを必要十分に調整することができれば生産性と加工精度を両立した生産を実現できる可能性も示唆された。

### 3.2 実地試験

実地試験で作製した布帛の一部をスキャンした画像データを図5に示す。図5のように全体イメージでは手彫りの型紙と自動彫刻の型紙では大きな差は認められない。一方で、図6に示すように細部を確認していくと一部で図案からのズレなどが見つけられた。この対策としては、カットデータを作成する際に少しデータを小さく作成することが考えられる。現在のカットデータは、カット位置が糸目の内部に位置するように糸目と差色の境界よりも少し拡大して作製している。この場合、糸目と型紙の間に色糊が置かれることで毛細管現象により糸目の外側に侵入しやすくなり、白場を汚染する危険性が高くなる。そのため、カットデータを少し小さく作成し、型紙と糸目の境界に直接色糊が接する可能性を減らすことで白場を汚染する危険性を低減することができると予想される。

実地試験の際に職人の方にヒアリングもを行い、手彫り

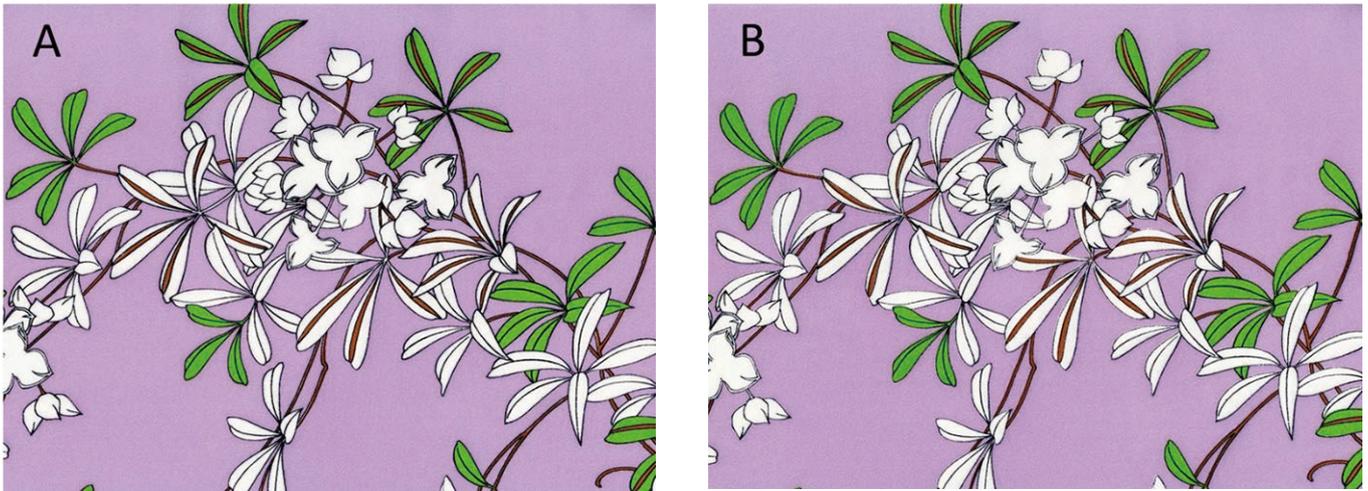


図5 手彫り型紙(A)と自動彫刻型紙(B)での染色結果



図6 枝の部分に発生したズレ  
(図5Bの拡大)

の型紙と比べても作業性や印捺性、感触なども大きな違いはなく、作業面での問題は特になくという意見が得られている。

以上のことから自動彫刻の型紙は、型枚数の少ない比較的単純な図案については手彫りの型紙の代替として使用可能であることが示唆された。

#### 4. まとめ

本研究では、カッティングプロッターを用いた型紙自動作製システムの実用性について検討し、型枚数が3枚程度の比較的単純な図案での実用性を確認した。また、カット速度により加工精度が変化することが示唆された。基本的には、低速での彫刻で高い精度を得られるが糸目の太い図案に対してはカット速度を上げ、より生産

性の高いカット条件を適用することも可能である。

今後は、一反分の大きさの生地を用いて、より複雑な振袖柄について実地試験を行う予定である。また、それと同時により多くの職人の方からヒアリングを行い、型紙の使用感についての意見を収集する予定である。今後も型紙の供給問題に対して解決策を提供することで型友禅業界に貢献できるように、本技術を可能な限り早く実用可能な技術とすることを目指し活動を続けていく。

#### 謝 辞

実地試験において、図案の提供及び手彫り型紙の作製にご協力いただいた株式会社谷口型紙工房様および染色試験を実施頂いた株式会社池田染工様にこの場をかりてお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 佐藤雄介, 愛知教育大学研究報告, 29 (芸術・保健体育・家政・技術科学編), pp.55~70, March, 1980
- 2) 沖田実嘉子, 日本感性工学会論文誌11 (2), 175-182, 2012
- 3) 津村幸夫, 向井俊博, 廣澤覚, 名所高一, 京都市産業技術研究所研究報告No8, p110, 2018
- 4) 藪内快, 上坂貴宏, 沖田実嘉子, 名所高一, 廣澤覚, 京都市産業技術研究所研究報告No9, p77, 2019