

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：73905

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26420218

研究課題名(和文) 伝統工芸「有松・鳴海絞り」における括り作業ロボットの実用化研究

研究課題名(英文) Practical Application Robots for Tying Task on Tie-Dyeing of Japanese Traditional Craft Shibori

研究代表者

西堀 賢司 (Nishibori, Kenji)

公益財団法人名古屋産業科学研究所・研究部・上席研究員

研究者番号：50115614

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：愛知県の伝統工芸品である有松・鳴海絞りは、職人の高齢化により存続が危ぶまれている。我々は絞りの括り作業において、従来の糸の代わりに樹脂キャップを用いる方法を提案し、これを布に装着する絞りロボットを試作した。絞りロボットの小型化のため2種類のアクチュエータを用い、作業性の向上のため回転式のカートリッジおよびニードルと布を分離する機構を採用した。絞りロボットによっても従来の糸による絞り染めに似た模様を作り出せることが確認できた。

研究成果の概要(英文)：There is a serious problem of aging of the craftsmen who have tie-dyeing technique of Japanese traditional craft "Arimatsu-Narumi Shibori". In substitution for tying process by thread on tie dyeing, we proposed usage of elastic cap with different thickness at the both ends. We made trial robots that installed the elastic caps on the cloth using two kinds of actuators. To improve the work efficiency, a cap cartridge and a separator between the cloth and a needle were adopted. It was confirmed that our Shibori robots realized the tie-dyeing pattern similar to the conventional method using thread.

研究分野：ロボティクス

キーワード：伝統工芸 絞り染め ロボット アクチュエータ 括り作業 シミュレーション 樹脂キャップ 自動化

1. 研究開始当初の背景

(1) 有松・鳴海絞りは愛知県の伝統工芸であり、その模様が多様さや独特の肌触りなどが特徴であるが、近年は職人の高齢化や後継者不足による技術の継承が危ぶまれている。

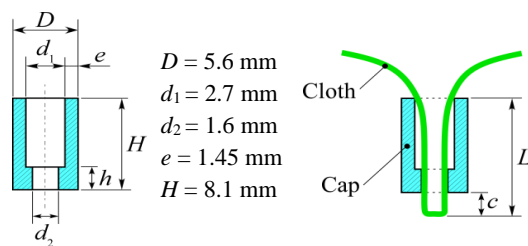
(2) 我々は、誰でも絞りを簡単、安全に行うために、絞り染めで最も人の技術を要する括り作業を糸ではなく樹脂キャップを使用することで実現した。また、市販の6軸ロボットを用いて布に装着できることを確認した。

(3) 実際に絞りロボットを普及させるためには、小型化と作業性の向上が望まれている。

2. 研究の目的

(1) 図1(a)は糸による括りに代わる道具として考案したキャップの概要を示す。キャップの形状は高さ $H$ (約8mm)の円筒形で、外径 $D$ (約6mm)に対して内径は入口で $d_1$ 、出口で $d_2$ と異なる2段構造になっている。図1(b)は直径1mmのニードルを用いて布にキャップを装着した状態を示す。キャップの両端で布が締め付けることで、キャップ内に染料が入ることを防ぐ仕組みとなっている。

(2) 本研究では樹脂キャップを布に装着する絞りロボットにおいて機構部の簡易化、小型化を目指し、実際の職人の方の作業性の向上を目的とする。



(a) 寸法 (b) 布に装着

図1 提案する樹脂キャップ

3. 研究の方法

(1) 図2は布にキャップを装着するロボットの全体図を示す。キャップの装着には、直径1mmのステンレス製ニードルを上下させるためにIAI製のリニアアクチュエータRCP5-SA4C

を使用する。

(2) 連続してキャップを装着するためロータリアクチュエータを使用する。

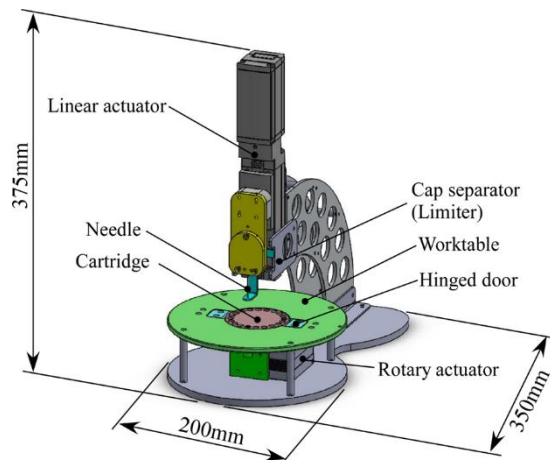


図2 絞りロボットの構成

4. 研究成果

(1) 図3は樹脂キャップを布に装着する一連の動作を示す。図3(a)の待機状態では、布の位置合わせを行う。作業開始ボタンを押すと、ニードルが図3(b)の位置まで降下する。この状態までは、安全のためにニードルはニード

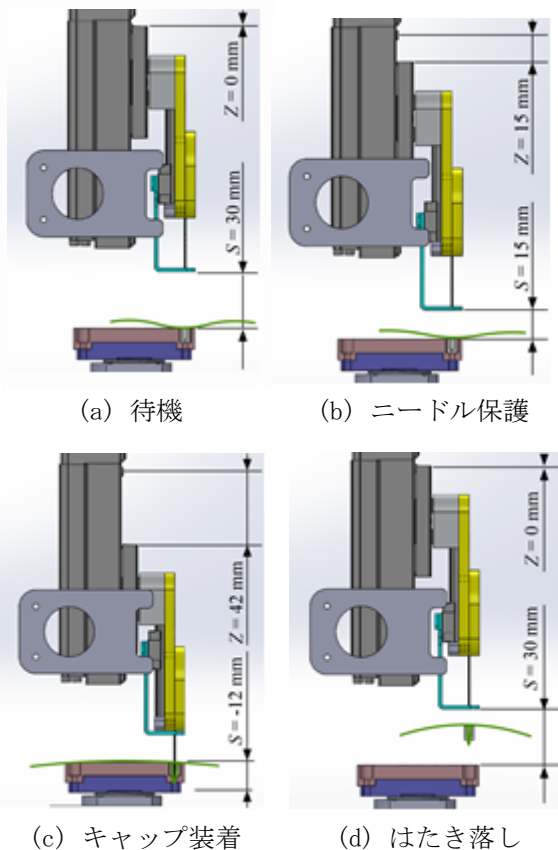


図3 キャップ装着の動作

ルガードから出ていない。さらにニードルを下げると、ニードルがニードルガードから突き出る。キャップの先端から約4mm突き出した図3(c)の位置で止まり、布にキャップが装着される。

(2) その後、ニードルを持ち上げると、ニードルに布とキャップが付いた状態で上がってくる。しかし、図3(d)の状態まで持ち上がると、ニードルガードがキャップの付いた布をはたき落とす。

(3) 図4はキャップの装着を連続で行うためのロータリアクチュエータとキャップカートリッジを示す。これによりキャップを布に連続20個まで装着することを可能にした。ロータリアクチュエータ上のカートリッジを取り外し、別の充填済みカートリッジと交換することで、作業時間の短縮が図れる。

(4) キャップを装着する際に布の位置決めが容易になるようにカートリッジの穴の下からキャップを通してLED光を照らすようにしてある。これにより、LED光の位置にあらかじめ布に付けた印を合わせることで狙った位置にキャップを装着することができる。

(5) 布に複数のキャップを装着すると、カートリッジの外周でキャップが引っかかり、次のキャップ装着時にニードルが布を破ることがある。そのためカートリッジの外周に合わせてワークテーブルを取り付けた。

(6) しかし、カートリッジがテーブルに埋まる

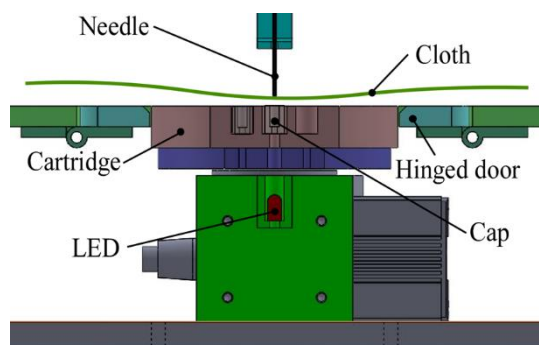


図4 キャップカートリッジ

ため取り出せない問題が生まれた。この問題を解決するために、バネヒンジ付きドアを取り付けた。これにより2本の指でドアを押さえるだけで開くようになり、容易にカートリッジを取り出すことができる。カートリッジを取り出した後は2つのドアは自動で閉まる。

(7) 図5は試作したロボットを示す。ベースと支柱などの材質はアルミニウム合金であり、作業テーブルはポリアセタール樹脂である。

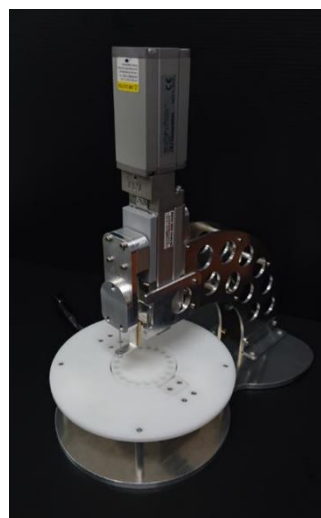


図5 試作した縫りロボット

(8) 図6はロボット制御のためのブロック図を示す。作業開始スイッチを押すと、マイコンに信号が送られる。次にリニアアクチュエータが上下し、その後キャップ装着1サイクルごとにロータリアクチュエータがカートリッジホルダを回転させる。回転の位置決めは、マイコンによる制御で行う。マイコンは汎用性の高いArduinoを採用した。標準のArduino UNOはI/Oピンが20本であるが、本装着ロボットでは41本のI/Oピンが必要なため、70本

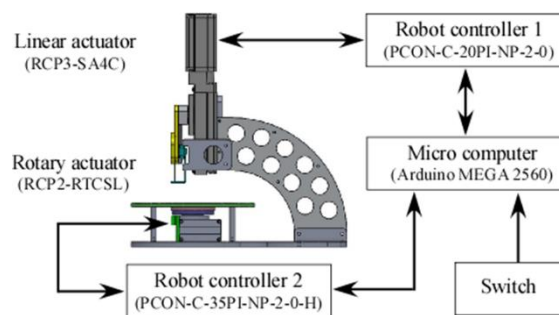


図6 制御のためのブロック図

の I/O ピンを持つ Arduino MEGA2560 を採用した。マイコンに Arduino を用いたことにより、比較的簡単に制御を行うことが可能になった。

(8) 図 7 は、本絞りロボットを用いて布にキャップ 1 個を装着した様子を示す。布がキャップから約 2.5mm 突き出した状態が良好である。本機においても問題なく布にキャップを装着できることが確認できた。



図 7 樹脂キャップの装着

(9) 図 8 は、木綿布に複数のキャップを装着して染色したものである。1 粒 1 粒が異なる模様であることから、単純にプリントしたものとは明確に異なり、本絞りロボットによる絞り染めが確認できた。また、有限要素法を用いたシミュレーションにより布がキャップに押し込まれる際の布の挙動を調べ、実機による布のしわ状態に似た結果が再現できることが明らかになった。



図 8 絞りロボットによる絞り染め

#### <参考文献>

- ① 竹田耕三, “有松・鳴海絞りの現状と最前線”, 日本家政学会誌, Vol. 61, No. 2, pp. 177-178, 2009.

- ② 西堀賢司, 平田義晴, 兵藤彰洋, “ロボットによる伝統工芸「絞り」における括り作業の高効率化”, 日本ロボット学会 第 29 回学術講演会講演論文集, 3E3-3(1)-(4), 2011.
- ③ Kento Nishibori and Kenji Nishibori, Automation of Tying Task on Tie-Dyeing of Traditional Craft by Robots, Proc. of 2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2013), pp.3436-3441, 2013, Karlsruhe, Germany.

#### 5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 5 件)

- ① 伊藤拓磨, 西堀研人, 篠原主勲, 西堀賢司, 有松・鳴海絞りにおけるキャップ装着ロボットの小型化, 日本機械学会東海支部第 65 期総会・講演会, 2016 年 3 月 17 日-18 日, 愛知工業大学.
- ② 大脇 卓也, 吉原寛文, 西堀賢司, 西堀研人, 篠原主勲, 有松・鳴海絞りロボットを用いた布挙動の有限要素解析, 日本機械学会東海支部第 65 期総会・講演会, 2016 年 3 月 17 日-18 日, 愛知工業大学.
- ③ 河野 晋, 西堀賢司, 杉山卓也, 西堀研人, 篠原主勲, 伝統工芸「有松・鳴海絞り」における簡易型キャップ装着機 (構造の簡略化と作業性の向上), 日本機械学会東海支部第 64 期総会・講演会, 2015 年 3 月 13 日-24 日, 中部大学.
- ④ 伊藤悠馬, 篠原主勲, 杉山卓也, 西堀研人, 西堀賢司, 有松・鳴海絞りロボットの構造の信頼性評価, 日本機械学会東海支部第 64 期総会・講演会, 2015 年 3 月 13 日-24 日, 中部大学.
- ⑤ 伊藤悠馬, 篠原主勲, 杉山卓也, 西堀研人, 西堀賢司, 有松・鳴海絞りロボットの信頼性評価, 日本機械学会第 27 回計算力学講演会, 2014 年 11 月 22 日-24 日, 岩手大学

[図書] (計 1 件)

西堀賢司, 新版 メカトロニクスのための電子回路基礎, メカトロニクス教科書シリーズ 1, コロナ社, 2016, 220.

[産業財産権]

○取得状況 (計 1 件)

名称: 絞り具の装着装置

発明者: 西堀賢司, 平田義晴, 兵藤彰洋, 小林幸雄

権利者: 学校法人大同学園, 有限会社名南機械製作所

種類: 特許

番号: 特許第 5854690 号

取得年月日: 平成 27 年 12 月 18 日

国内外の別: 国内

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

西堀 賢司 (NISHIBORI, Kenji)  
公益財団法人名古屋産業科学研究所・研究  
部・上席研究員  
研究者番号：50115614

### (2) 研究分担者

篠原 主勲 (SHINOHARA, Kazunori)  
大同大学・工学部・准教授  
研究者番号：50456167

### (3) 連携研究者

西堀 研人 (NISHIBORI, Kento)  
名古屋大学・学術研究・産学官連携推進本  
部・リサーチ アドミニストレーター  
研究者番号：50397452

### (4) 連携研究者

横山 弥生 (YOKOYAMA, Yayoi)  
大同大学・情報学部・教授  
研究者番号：40367644

### (5) 連携研究者

池田 洋一 (IKEDA, Youichi)  
大同大学・工学部・教授  
研究者番号：40212790

### (6) 研究協力者

小林 幸雄 (KOBAYASHI, Yukio)

### (7) 研究協力者

杉山 卓也 (SUGIYAMA, Takuya)

### (8) 研究協力者

近藤 典親 (KONDOU, Norichika)