

パーツの集合体を利用した半幅帯のための帯結び形状デザインツールの提案

坂本 あゆみ* 五十嵐 悠紀*

概要. 半幅帯とは、女性のカジュアルな着物および浴衣に合わせて用いる帯であり、多様な帯結びが存在する。本稿では半幅帯に注目し、半幅帯の帯結びを1本のつながったものではなく、パーツの集合体として扱うというアイデアをもとに、3つの提案を行う。第一に、帯結びをデータ化して扱うシステムとして、パーツの組み合わせによって帯結びの形状データを作成する帯結びエディタを提案する。第二に、実世界において、パーツの組み合わせによってさまざまな帯結びに変えられる帯、「組み替え帯」を提案する。第三に、第一の提案である帯結びエディタによって作成したデータから第二の提案である組み替え帯を組み立てるための支援として、帯結びの形状データをもとに、実際に組み換え帯で作成する際のパーツ対応とパーツのたたみ方などを示すソフトウェアを実装し、構造図の計算手法を提案する。

1 はじめに

半幅帯(細帯とも呼ばれる)は女性の和服帯の一種であり、お洒落着の着物・浴衣などに合わせて用いる帯である。カジュアル向けで決まりごとがあまりなく自由度が高い。幅15~18cm, 全長360~440cm程度の長方形で、その長さを利用してさまざまな形状に結ぶことができる[1]。既存の帯結びにアレンジを加えることや、オリジナルの創作結びをすることも可能なため、帯結びの種類は数に限りがない。

本稿では、半幅帯の帯結びをパーツの集合として考え、3つの提案を行う。第一に、半幅帯における帯結びでよく使われる形をパーツとして用意しておき、それらを組み合わせることによって、帯結びの形状データ(以下、帯結びデータ)を作成するシステムである、帯結びエディタ(図1a)を提案する。第二に、帯結びをパーツの集合として扱うアイデアを実際の帯に適用し、パーツを組み合わせることによってさまざまな帯結びに変えられる帯、組み替え帯(図1b)を提案する。第三に、帯結びエディタで作成した帯結びデータをもとに組み替え帯を組み立てて、データと同じ帯結びを作るための支援システム(図1c)と、その構造図の計算アルゴリズムについて提案する。これらの提案を用いることによって、和服文化の保存と活用を目指す。

2 半幅帯の帯結び

半幅帯の帯結びについては、明確な規則や基準があるわけではない。同じ形状の帯結びでも人によって呼び方が異なったり、逆に呼び方が同じでも表す形状が人によって違ったり、名称が定まっていない

帯結びもある。形状・構造からいくつかの系統に分類して考えることができるが、その系統の種類と属する帯結びの分け方についても、個人差がある。本稿では、できるだけ複数の文献に採用されているものを優先する。

本稿で用いる、帯結びに関する用語および帯結びの種類と系統を以下に示す[1][2][3][4][5]。

■ 用語

- ・羽根：本稿では、横方向に飛び出る部分。
- ・お太鼓：結びを縦にくるむような形の部分。

■ 帯結びの種類と系統(図2)

- ・文庫系：文庫、花文庫、一文字、片流しなど。半幅帯の帯結びの中では最もベーシックな形で、バリエーションも多い。帯の一端を折りたたんで羽根とし、もう一端で中心を留めるという形状。
- ・リボン系：リボン返しなど。文庫系と外見はよく似ていて、どちらもリボンのような形だが、リボン系として分類する場合はいわゆる蝶々結びをベースとしたものを指すことが多い。
- ・角出し系：割り角出しなど。角のような小さい羽根を覆うようにお太鼓を巻き付けた形。
- ・貝の口系：貝の口、矢の字、サムライ結びなど。背中に沿うような平らで左右非対称な形。
- ・その他：レイヤー結び、カルタ結びなど。似通った帯結びが少なく系統として分類するのが難しいものもある。構造ではなく見た目のみで分類する場合もある。

3 関連研究

和服を対象とした研究に、Sano らによる浴衣デザインシステム[6]がある。桁丈や身頃といった身体



図 1 本論文の3つの提案。(a) 帯結びエディタ, (b) 組み替え帯, (c) 帯結びデータを用いた組み替え帯組み立て支援システム.



図 2 半幅帯の帯結びの例.

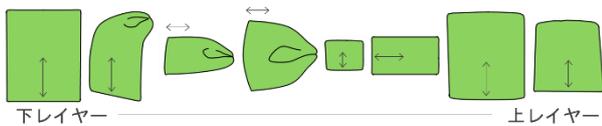


図 3 エディタパーツの一覧.
図中の矢印は長さ調節の方向を示す.

のサイズを入力し、テクスチャパターンを選択するだけで初心者でも簡単に浴衣を仕立てることができることを目指している。また、どのように反物(着物生地)を裁断すると、どのような着物の柄の出方になるかのパターンの配置を事前に検討するシステム [7]などが提案されている。伊藤らは対話型遺伝的アルゴリズムを用いて和服のカラーコーディネートを支援している [8]。田口らは着物の仮想試着システム "MIRACLE" を提案している [9]。

帯を扱った研究としては、奥山らの円筒バーコードを利用した和服帯の AR 試着システム [10]が提案されている。帯のモデル形状は文庫結び 1 種類をスキャンして用いている。

さらにベクトルデータで描かれたグラフィックスに対してレイヤー構造を扱う手法として、平面上に折り重なっておかれた布や紐などの柔軟物体の重なり順を、簡単に変更することのできるインタラクション手法 [11]がある。重なり方をレイヤーのように扱う点は共通するが、本提案では和服帯の結びに特化した重なり方の表現と構造図の計算を行っている。Entem らは、ベクタグラフィックスの外形から単純なパーツの集合に分解して構造化し、レイヤー構造

を使って表現することを行った [12]。本提案ではデータをパーツに分解するのではなく、元々パーツ情報の集合でデータが表現されているという点で異なっている。

4 帯結びエディタ

半幅帯の帯結びの種類をデータ化して扱うシステムとして、帯結びデータを作成するソフトウェアを、Processing を用いて実装した (図 1a)。帯結びにあらわれる形をパーツとして扱い、その組み合わせによって帯結び形状を作成するエディタである。

エディタパーツは現状で 8 種類あり (図 3)、パーツの追加・削除のほか、それぞれに移動・回転・長さ調節・左右反転・裏表・重ね順の操作が可能である。長さ調節の方向はパーツによって縦または横が設定されている。パーツの種類や状態の情報および外形の画像を帯結びデータとして記録する。

データを作成する際の補助機能として、パーツの位置チェックと重ね順の自動ソートを実装した。パーツの位置チェックでは、各パーツの基点となる頂点が一定範囲内(胴に巻いた部分の上部中央付近)に入っているかどうかを確認し、範囲外にある場合はユーザに修正を促す。データを作り始めるときの、位置の基準として参考にすることができる。外見デザインに影響するため自動での修正はしない。重ね順については、パーツの種類によって順序が決まる (図 3)ため自動でソートが可能であり、これはシステムが修正することとした。アルゴリズムはバブルソートを用いた。羽根にあたるパーツは、蛇腹に折ることを想定して左右交互になるようソートするため、パーツの種類と重ね順の関係が図 3 で示した順番と前後する場合がある。羽根以外で同種のパーツが複数ある場合の重ね順はユーザが決定する。

帯を結ぶ際の手順ではなく、できあがった状態の帯結びの外形を対象としてデザインしていく。帯結びをデータという形で表現することにより、帯結びの種類をコンピュータ上で管理することが可能になり、保存・読み出し・編集や他システムとの連携が

パーツの集合体を利用した半幅帯のための帯結び形状デザインツールの提案

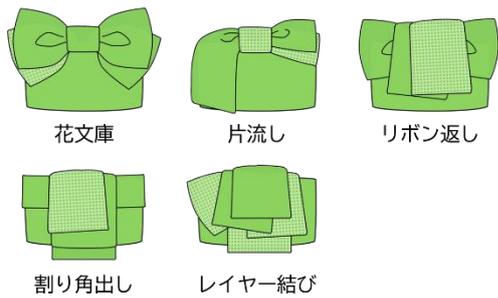


図 4 帯結びデータ作成例.

期待できる。エディタの対象ユーザは帯結びに関する知識のある人とし、帯結びデータについては、知識の有無に関わらず、初心者を含んだ全ての人の利用を想定している。

エディタで作成した帯結びデータの例を図 4 に示す。帯結びの種類としては、文庫系、リボン系、角出し系を中心に、一部その他の系統や系統に属さない帯結びも作成できる。帯以外の小物を使わないと結べない帯結びについても、帯の形状のみであれば表現できるものがあるが、小物の位置などには対応していない。貝の口系のように用意されたパーツにない形状を含むもの、パーツの重なりが複雑なもの表現できない。

帯結びデータの利用シーンとしては以下のようなものが考えられる。コーディネートシステムへ導入して、帯結びの違いによる後ろ姿の印象の変化を確認する。着付けの際に着付けする側が帯結びを提示して、される側がそれに対し意見を言うなど、リアルタイムで手を加えながら互いにイメージを伝える。また、帯結びデータをもとに組み替え帯を組み立てるための支援については後述する。

5 組み替え帯

4章の帯結びエディタでも用いた、「帯結びをパーツに分解して考える」というアイデアを基に、パーツを組み合わせてさまざまな帯結びにできる帯「組み替え帯」を提案する(図 1b)。

既存の商品として、作り帯と呼ばれる、結び部分がすでに形成されており紐などで留めて着用できるものがある。通常の帯が結べなくても手軽に着用できるが、市販の作り帯は、帯結びそのものを変更することはできない。組み替え帯は、帯結びをパーツごとに分解・再形成することで、帯結びが成形された状態で着用できるという利点を保ちつつ、異なる種類の帯結びを表現できる。

5.1 製作

組み替え帯は、前帯、羽根(大・小)、留め(表柄・裏柄)、飾り(大・中・小)のパーツからなる(図 5)。使うパーツの組み合わせや各パーツの折りたたみ方な

どを変えることによって、さまざまな種類の帯結びを作ることが可能である。製作に際して、市販の作り帯(文庫系 2 種類)を分解観察し、参考にした。

材料として、市販のポリエステル半幅帯(同柄 2 本)、腰紐、スプリングホック、ボタン、紐(ボタンループ用)、布用接着剤、縫い糸を使用した。装着には腰紐や着物クリップを使用する。

羽根パーツは羽根の長さや枚数を変えられるようひとつながりになっており、留めパーツにはスプリングホックとボタン、飾りパーツにはボタンループがついている。留めパーツはボール紙を芯として、上下は紐を通すため輪になっている。各パーツはリバーシブルの帯を用いて作成し、留めパーツ以外はリバーシブルで使用できるようにした。留めパーツは片面の柄しか出せないが、表柄のものと裏柄のもの 2 つを用意し柄を選択することとした。

5.2 使い方・使用例

組み替え帯の基本的な使い方を図 6 に示す。

① 羽根を折りたたむ(図 6a,b)

羽根の長さや枚数を調節しながら、羽根パーツを折りたたみ、ひだをとる。蛇腹に折ることで重なった羽根を作ることができる。

② 羽根に留めパーツをつけて紐を通す(図 6c,d)

ひだの部分に留めパーツで押さえてホックを留める。留めパーツの輪に腰紐を交差させながら通す。

③ 飾りパーツをつけ、結びの形を整える(図 6e,f)

飾りパーツのボタンループを留めパーツのボタンにかけ、飾りパーツを巻く・垂らす、羽根を広げるなどして形を整える。必要であれば着物クリップや洗濯ばさみで一時的に固定する。飾りパーツを使用しない帯結びもある。



図 5 組み替え帯パーツ一覧.

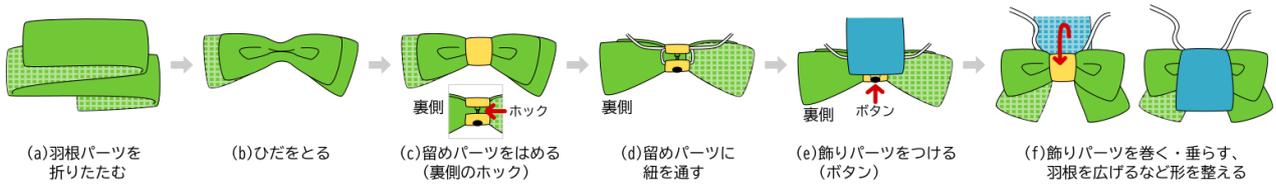


図 6 組み替え帯の組み立て(結び部分).

④ 前帯を巻き、結び部分を紐で留める

胴体に前帯を巻き前帯の紐を結んで、紐は帯の中に押し込んで隠す。前帯全体を時計回りに回して巻き終わりの位置を調節し、袖や結び部分で隠れるようにするか、後ろに回し斜めに折り上げること通常のを結んだときに似せる。背中に結び部分をあてて前で紐を結び、紐を前帯に隠す。クリップなどを使っていたら外す。

組み替え帯で作れる帯結びの例を図 7 に示す。主に、①での羽根パーツのたたみ方と③での飾りパーツの有無や形によってさまざまなバリエーションが作れる。先述した使い方は文庫系の帯結びが中心となっているが、構造は異なるものの、リボン系や角出し系(ひだのある羽根ではなく幅を半分にした羽根を使う)は、文庫系のような構造で外見の似たものを作ることはできる。また、先述した基本の使い方とは異なる手順や小物を用いて、一部特殊な形状の帯結びを作れることも可能である。

初心者にとっては、組み替え帯を用いることで通常の半幅帯を結ぶよりも手軽に、かつ既存の作り帯よりも多様な帯結びを楽しめる。組み替え帯は、通常の帯を結ぶのに近い要素も含んでおり、帯結びの構造を多少考える必要があるため、帯を結ぶようになりたい人の第一歩としても使えるのではないかと考えている。上級者は、帯結びに関する知識がある分基本の使い方にとらわれず、幅広いバリエーションの帯結びを組み替え帯で作ることが可能である。このように、組み替え帯は、通常の半幅帯と既存の作り帯との中間に位置するものといえる。

6 帯結びデータを用いた組み替え帯の支援

6.1 組み立て支援ソフトウェア

帯結びエディタで作成した帯結びデータをもとに、組み替え帯で同じ形を組み立てるための情報を提示するソフトウェアを作成した(図 1c)。実装には Processing を用いた。

帯結びデータを構成するエディタパーツに対して、組み替え帯パーツがどのように対応するかをそれぞれ色分けして表示するとともに、羽根パーツと飾りパーツをどのようにたためばよいかという構造図を提示し、組み立て支援を行う。画面左下に色分けの凡例と構造パターン数を示しており、あてはまる構



図 7 組み替え帯の使用例。

造パターンがひとつもない場合には、不可能である旨を表示する。構造図の計算はリアルタイムに稼働し、エディタと組み立て支援の画面を行き来して帯結びデータを編集しながら構造図を確認することも可能である。また、データ中に羽根パーツがあるのに留めパーツがない場合、留めパーツが入るべき重なり位置に留めパーツを挿入する提案を行う。5.2 節で述べた基本の使い方準じているため、帯以外の小物を使う場合の小物の位置や、羽根パーツ・留めパーツにあたる形状が使われない帯結びの組み立て方法には対応していない。

6.2 構造図の計算

帯結びデータの各パーツを、種類と角度に応じて、組み替え帯における各パーツに振り分ける(図 8)。飾りパーツと羽根パーツそれぞれについて、以下のように構造図の計算を行う。

各エディタパーツは、図 8 上段のように方向をもつ構造モデルで表す。飾りパーツについて左が手前(胴体から遠く、重ね順が上の方)、羽根パーツについて上が手前として、パーツ断面の構造を表したものである。このとき図 8 の赤い点線で示した側の柄が結んだとき外から見える。折り返す・折り返さないの 2 種があるパーツは折り返す方が基本であり、折り返さない方は構造パターンの結果で帯の端に該当した場合に使用する。帯結びデータに含まれるパーツの構造モデルを並べ、始点と終点に通し番号をふる(図 9)。パーツの数と種類に応じて探索の開始点をいくつか定め、すべてのパーツがひとつながりになるよう 2 つずつ点を結ぶ接続のパターンを探索し、裏表と交差の条件にあてはまったものを残す。

裏表の柄の出方は、2 パーツの構造モデルを接続したときの方向で確認することができる。

■ 順方向の接続(始点-終点): 2 つのパーツは同じ柄

■ 逆方向の接続(始点-始点, 終点-終点): 違う柄

接続するパーツが 3 つ以上ある場合、接続の線が交差してしまうと、実際の帯でその形を作ることは

パーツの集合体を利用した半幅帯のための帯結び形状デザインツールの提案

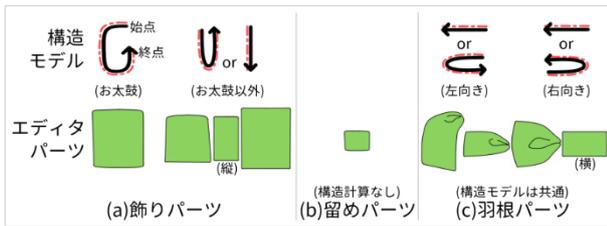


図 8 パーツの振り分けと構造モデル.

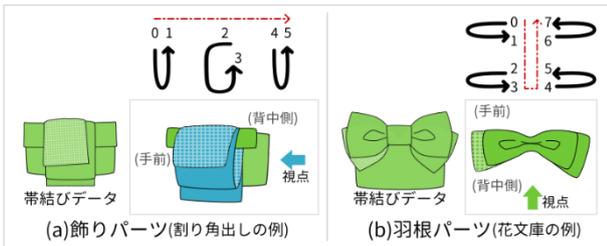


図 9 構造モデルの点番号の例.

できない. 構造モデルにおいて, 通し番号をふった始点・終点は一直線に並んでいるとみなすことができる(図 9 の赤い点線矢印). 任意の 2 本の接続に対し, 接続した点をそれぞれ, p_1, p_2, q_1, q_2 ($p_1 < p_2, q_1 < q_2, p_1 < q_1$) とすると, $p_1 < q_1 < p_2 < q_2$ のときに交差が発生する(図 10). ただし, お太鼓にあたるパーツが複数ある場合は, 重ね順が上のお太鼓で下のお太鼓を包み込むため, 点の位置が前後する.

裏表と交差の条件で残った各パターンに対し, 以下のような基準で評価値を設定する. その後, 構造パターンを構造図として描画し, 評価値の高いものから順にユーザに提示する.

■ 羽根パーツ

- ・ 左向きと右向きを接続していればプラス
- ・ 同じ向きのもを接続していればマイナス

■ 飾りパーツ(図 11)

- ・ 終了点(留めパーツと接続しない方の端)が上向きになっていけばマイナス (留めることが難しい可能性がある)
- ・ 開始点(留めパーツと接続する方)の上をまたぐような接続であればプラス (帯以外の小物を使わずに済む可能性が高い)

6.3 通常の半幅帯に対する構造図の応用

本稿では組み替え帯の組み立てを想定して構造図を求めているが, 通常の半幅帯で結ぶ際にも, 部分的に構造図を適用できる場合がある. 羽根パーツの構造図は文庫系を結ぶときの羽根のたたみ方として見る事ができる. ただし, 通常の帯であれば一端は胴に巻いた部分とつながっているため, 胴に最も近い点(図 9b 上段における 3 番と 4 番)以外を開始点とするようなパターンは採用できない. 飾りパーツの構造図は, 飾りパーツに相当する部分を, 帯の片方の端で作る場合に適用できる. 蝶々結びにした

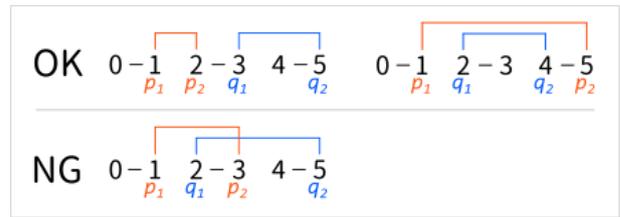


図 10 交差判定の例.

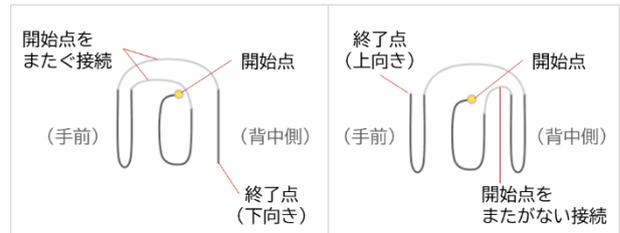


図 11 飾りパーツ構造図の例(割り角出し).

左: 評価値の高いパターン, 右: 低いパターン.

あとの両端を用いてお太鼓を作る, などのような場合には, 本稿の構造図を用いることはできない.

構造図を参考にしながら通常の半幅帯を結ぶことによって, 部分的なアレンジを簡単に施すことが可能になると考える. 例えば書籍に載っている帯結びの, 裏表の出方を変更して結びたい, パーツをひとつ追加した形にして結びたい, といった場合に利用することができる.

7 専門家からのコメント

本提案システムについて和服の専門家からコメントをいただいた. まず, パーツという概念でデザインを施していくアイデアはとても良いとの意見をいただいた. また, 通常の作り帯では決まった 1 つの形状だけの着こなしであるが, 本稿で提案した組み換え帯を使うことで羽根や飾りの部分にアレンジを施すことが可能であり, 従来の帯を結ぶアレンジの楽しみと作り帯の手軽さの両方を備えている点も魅力だとのことであった.

また, 現状では多くの種類がある帯結びについても伝承は問題点であり, データベース化などはできていない. 本システムを使うことでデータベース化していけることも魅力の 1 つであるとし, 自らデザインせずとも, データベースの中から好きな形状を選んで作ることができる点も評価していただいた.

一方で, 一般ユーザの立場からこういったニーズがあることは理解できるとしながらも, 業界としては通常は帯を切ったり貼ったりすることはあまりしないため, 一般ユーザに対して組み換え帯そのものを商品化して販売するといった展開よりも, 一般ユーザ自身が半幅帯を購入して, 自分で組み換え帯を制作して楽しむといった展開のほうが期待できるのではないかとご意見をいただいた. そういった観点

からも和服業界の中でもカジュアルな世界と相性がよく、カジュアルに用いられる半幅帯を対象としたことは本提案の良さの1つであると述べていた。

和服業界では帯をつくる帯屋、着物をつくる機屋(はたや)、小売り屋、着付け屋と分業化しているが、その中でも、着付け屋や帯屋などと組むことで、デザインツール、制作支援ツールおよび作り方や装着方法を解説した動画と組み合わせた展開を今後検討できるのではないかといったご意見をいただいた。

8 まとめと今後の課題

本稿では、半幅帯の帯結びをパーツの集合として考え、3つの提案を行った。第一に、半幅帯の帯結びデータを作成できる帯結びエディタを提案した。第二に、パーツの組み合わせによってさまざまな帯結びに変えられる帯「組み替え帯」を提案・制作した。第三に、エディタで作った帯結びデータをもとに組み替え帯を組み立てるための支援ソフトウェアを実装し、パーツの対応表示とたたみ方の提示のためのアルゴリズムを考案した。

今後、これらのツールを用いて帯結びの形状の記録および再現を行うことで、後世に知見を残しているように記録し和服文化の保存を目指す。

さまざまな帯結びについて、基本的な情報やエディタで作成した帯結びデータ、通常帯での結び方や組み替え帯での組み立て方などを絡めて、高齢化している和服着付け師のこれまでの知見なども記録するようなデータベース化を視野に入れている。試験的に scrapbox で帯結びに関する情報を集めたページを作成した(図12)。書籍にしか掲載されていない帯結びを取り上げるのが難しいといった欠点もあるが、タグなどによって関連を示せるなど、有用な点も多い。そのほか、帯結びデータ同士の外見や構造図の類似度を計算することによって、例えば2,3種類の帯結びだけ結べるといったユーザに対し、少しアレンジすれば違う帯結びも結べるといった提案を行うことが可能になる。初心者が帯結びの構造や系統について理解するための助けになると考えられる。構造図の計算を拡張し、通常の帯へ適用することも



図12 半幅帯の帯結びに関する情報をまとめた scrapbox のページ。

有用である。今回は半幅帯を対象に行ったが、様々な帯の種類に発展させたいと考えている。

本研究を起点として、和服や帯結びをより身近に感じられるようなサービスが生まれることを期待している。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 17K12731 の助成を受けたものである。ご意見をいただいた、三勝株式会社代表取締役社長 天野豊様に感謝する。助言をいただいた中島萌子氏、越後宏紀氏に感謝する。

参考文献

- [1] 大竹恵理子(2014)『半幅帯の本』, 河出書房新社.
- [2] 着物屋くるり(2015)『着物の楽しみが広がる 帯結びアレンジ帖』, 池田書店.
- [3] オハラリエコ 監修(2016)『ふだん着物のらくらく帯結び 半幅帯と兵児帯』, 世界文化社.
- [4] 君野倫子(2018)『気軽に便利! 半幅帯結び 楽しみ帖』, 池田書店.
- [5] 池田節子 監修(2018)『5分で結べる! 簡単にらくらく半幅帯のお洒落』, 世界文化社.
- [6] Sano, T., et al. (2007). Design Support System for Japanese Kimono Using Mobile Phone. 2007 4th IEEE Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, pp. 404-407.
- [7] Sano, T., et al. (2005). Adaptive Texture Alignment for Japanese Kimono Design. 2005 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference Proceedings, vol.2, pp. 1307-1310.
- [8] 伊藤亜世, 他. (2013)「対話型遺伝的アルゴリズムを用いた和服のカラーコーディネートに関する研究」, 精密工学会学術講演会講演論文集, 2013A(0), pp. 781-782.
- [9] 田口哲典, 他. (2002)「"MIRACLE"システムのための布形状認識の一検討」, 映像情報メディア学会技術報告, 26.82(0), pp. 55-58.
- [10] 奥山瑞希, 他. (2017)「M 系列円筒バーコードと AR 和服帯試着システムへの応用」, 第 25 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, pp. 17-22.
- [11] Igarashi, T. and Mitani, J. (2010). Apparent Layer Operations for the Manipulation of Deformable Objects. ACM Transactions on Graphics, 29(4), Article No. 110.
- [12] Entem, E., et al. (2018). Structuring and layering contour drawings of organic shapes. Expressive '18, vol.18, pp. 1-14.