

文楽人形遣いの協調のメカニズム

Cooperative mechanism among Bunraku puppeteers

植田 一博^{*1} 櫻 哲郎^{*2} 成田 友紀^{*2} 沢井 和也^{*2} 森田 寿郎^{*2}
 Kazuhiro Ueda Tetsuro Sakura Yuki Narita Kazuya Sawai Toshio Morita

^{*1} 東京大学
 The University of Tokyo

^{*2} 慶應義塾大学
 Keio University

In Bunraku, a traditional theater of Japan, each Bunraku puppet is manipulated by three puppeteers. Nonverbal information that one of the three puppeteers called “Omo-zukai” (the main puppeteer) yields enables various realistic movements for a puppet. This information is called “Zu”. We first investigated, using wavelet analysis, synchronism between the movements of a puppet’s right hand which “Omo-zukai” manipulated and those of its left hand which “Hidari-zukai” did. As a result, we could elicit the possible feature of “Zu” as an action pattern which triggered the subsequent action and clarified that the movements of a puppet’s left hand were well synchronized with those of its right hand after “Zu” was given. Although “Zu” is naively thought the primary information for cooperative manipulation of a puppet by three puppeteers, such information as playscript, music and narration is also available on stage. We then conducted a series of experiments controlling the kinds of information available for puppeteers and showed that “Zu” was the primary information for realizing cooperative manipulation of a puppet.

1. 文楽人形操作における協調

文楽とは文楽座の座員により演じられる人形浄瑠璃を指し、ユネスコの世界無形文化財にも指定された日本を代表する伝統芸能の一つである。文楽は三業と呼ばれる、三味線による演奏、太夫による語り(義太夫節)、人形による芝居の3つの要素で構成される[松平 2003]。芝居に用いられる人形は、1体につき3人の人形遣いにより操作される(図1)。すなわち、頭部と右手を操作する主遣い、左手を操作する左遣い、および脚部を操作する足遣いの協調操作により、人形の多彩な動作を実現している。興味深いのは、人形遣いは公演前に打合せをほとんど行わず、3人の人形遣いの組合せも固定的でないにもかかわらず、このような協調操作が可能だという点である[後藤 2002]。

一般に人間同士の協調作業では、他者の意図推定のために視線やジェスチャなどの非言語情報が用いられる。JAZZなどの協調演奏でも、演奏者はジェスチャやアイコンタクトなどを比較的自由に行うことができる。これに対して、文楽人形を操作する際、人形遣いは頭巾をかぶることが多いため、視線や発話による合図を行えない。また、三味線や義太夫節という音楽的な要素を仮に遮断しても、人形操作は可能だと言われている。人形遣い同士の協調操作を実現する要因について、『人形の動きから主遣いの考えを察する』などの指摘が芸談において多くされている[後藤 2002]ことから、文楽には人形自体を利用した意図推定を含む高度な協調の仕組み、それもジェスチャやアイコンタクトなどの非言語情報によらない意図推定を含む協調プロセスが存在すると考えられる。このように、文楽における人形遣いの協調操作は、認知科学や情報学のこれまでの研究で知られていない意図推定の方法を提示する可能性があるため、そのメカニズムを調べることを目的とした。



図1 文楽人形と人形遣い(左から主遣い、足遣い、左遣い)
 実験に参加していただいた人形遣いと実験で使用した文楽人形を示している。この文楽人形の中には各部位の位置情報を取得するための磁気センサが組み込まれている。それ以外は、通常の舞台で使用される人形と同じ仕様である。

2. 協調のための合図としての「ず」

一般に、人形遣いの人形操作について以下のことが言われている[後藤 2002]。

- (1) 人形動作の多くは「型」と呼ばれる既定のパターンの組み合わせにより実現される。
- (2) 人形全体の動作の意思決定を行なうのは主遣いである。左遣いと足遣いは「ず」と呼ばれる非明示的な合図を主遣いから受け取り、息の合った動作を実現する。主遣いから左遣いへの「ず」は主に、主遣いによる人形の動作(移動を含む)ならびに主遣い自身の移動により、主遣いから足遣いへの「ず」は主に、主遣いの腰と足遣いの右腕の接触によると考えられている。
- (3) 同じ「型」であっても、主遣いの采配次第で様々な情緒を表現できる。

(4) 三味線や義太夫節(以上をまとめて「床」と呼ぶ)は、主遣いの動きを大きく制約するとともに、左遣いならびに足遣いに対しても、直接・間接的に影響を及ぼす。

「ず」とは、人形遣いが用いる特別な合図のことを指す用語である。「ず」は、人形動作および人形遣いの移動の中に隠されていると言われるため、一般的なジェスチャなどとは異なり、部外者が認識するのは困難である。そこで、30年以上の芸歴を有する人形遣いの吉田勘彌氏に、人形あるいは人形遣いのどの動作が「ず」に当たるのかインタビューした[櫻 2009]。その結果、一連の「型」動作のうちで、どの部分が「ず」なのかを明確に切り出して説明できない場合があることがわかった。吉田勘彌氏と佐々木正人氏の対談[佐々木 2006]の中でも、『神経が繋がったような感じ』とだけ表現されているように、既に体得しているはずの人形遣い自身にもどの動作が「ず」であるかを明文化することが難しい場合があり、このことが文楽の継承を困難にしている一因だとも言われている。

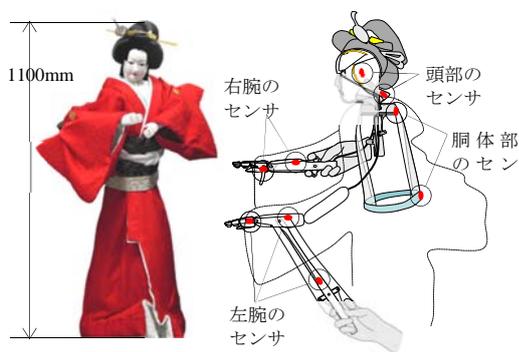


図2 計測用文楽人形「政岡」

3. 「ず」の可視化

まず、左遣いが人形を遣っているときに注視している箇所をアイトラッキング装置で分析することで、主遣いから発せられる「ず」がどこにあるのかを推定した。その結果、左遣いの注視先は主遣いにはなく、人形の頭、腕、右手の指先に集中していることがわかった(お辞儀と拝みの「型」動作 13.7 秒の間、人形の頭および頭の前方を注視していた割合が 58.0%、人形の肩を注視していた割合が 4.38%、人形の頭と右手の間を注視していた割合が 14.1%、その他の箇所を注視していた割合が 0.95%、瞬き等により計測不能であった割合が 22.6%)。このことから、「ず」が主遣いによる人形動作内に主に潜伏しており、左遣いは主遣いが発する身体的な信号を直接的に読み取って協調動作を行っているわけではないことが示唆される¹。

そこで、実際の人形の動作のどこに「ず」が隠れているのかを分析した。具体的には、『伽羅先代萩(めいぼくせんだいはぎ)』という演目の一部を演技していただき、「型」動作を行った際の実際の人形の動きから、人形各部位の位置姿勢の時系列情報を取得した。

動作計測実験にあたり、着衣状態の人形の位置姿勢を計測するため、磁気センサを内蔵した文楽人形を開発した(図 1 および図 2)。本計測装置は磁気トラッカを利用し、文楽人形の動作(位置・姿勢)の時系列データを得るものである。全体の構成として、磁場を発生させるトランスミッタと、受信部にあたるレシー

¹ 人形遣いの吉田勘彌氏はインタビューで、『今回の実験で使用した女形の人形は人形が座った状態で遣うことが多く、その際の「ず」のほとんどは人形動作内にあると思われる』と語っていた。このことは我々の実験結果と整合的だと言える。

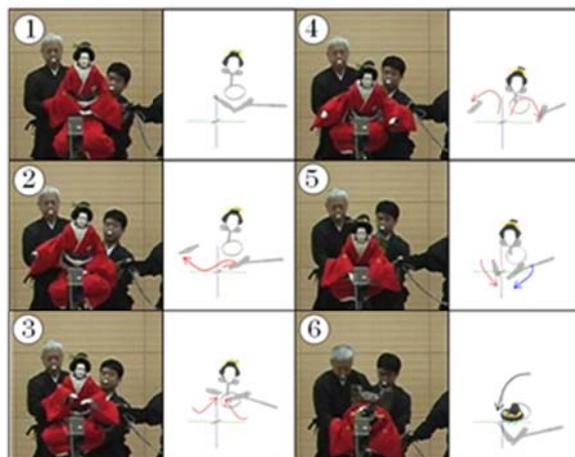


図3 お辞儀(型)の連続写真

①は初期状態の座り姿勢。②で、頭をやや下げ、右手を右に振る。③で、左手が右手にやや遅れて、右手と左右対称に動く。④で両手を広げ、⑤で膝の前に揃え、⑥で深く頭を下げる。写真の右の列は、計測用文楽人形により取得した人形の動作をCG化して示したものである。人形動作がほぼ正確に取得、再現できていることがわかる。

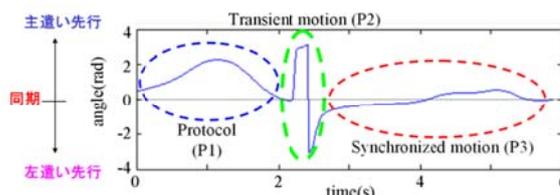


図4 人形の右手と左手の位相差

横軸は時間(秒)を、縦軸は位相差(角度)を示している。位相差がプラスの場合には右手、すなわち主遣いの動作が先行し、マイナスの場合には左手、すなわち左遣いの操作が先行していることを意味する。

バを内蔵した計測用文楽人形、そして、レシーバから発生する起電力を計測するコントロールボックスと記録用 PC で構成される。磁気トラッカは、トランスミッタに対するレシーバの 3 軸の位置姿勢情報を取得可能で、人形の体および着物に影響を受けずに計測することができる。センサを除く人形本体の製作および組み立て作業は、全て現職の人形細工師と人形遣いの手により行われ、素材や可動域などの仕様は、センサ配置を除き、文楽公演に使用されるものと同等である。作製した人形本体は、『伽羅先代萩』に登場する政岡の人形(女形)である。

この計測用文楽人形によって取得した人形各部位の位置姿勢の時系列情報から、主遣いが操る人形の頭ならびに右手(以下、頭ならびに右手)と、左遣いが操る人形の左手(以下、左手)との同期性を解析した。特に、女形の代表的かつ定型動作の一つであるお辞儀という「型」動作(図 3)に関して、右手と左手の動作の時系列速度情報をウェーブレット変換にかけて、位相解析を行った(詳細は[櫻 2009]を参照のこと)。ウェーブレットの中心周波数 $f_c = 0.3$ [Hz]、データサンプリングレート $f_s = 60$ [Hz]として解析を行った。

その結果得られた、周波数 $f_w = 0.45$ [Hz]に相当する位相成分における左手に対する右手の位相差を図 4 に示す。図 4 に緑の円で示した Transient motion(P2)において右手と左手の位

相が急激に変化し、赤い円で示した Synchronized motion(P3)において両者がほぼ同期している。Transient motion(P2)の直前に、青い円で示した Protocol(P1)が存在しており、ここでは右手の動作と左手の動作とが同期せず、右手の動作が先行している。これらの結果は、図 3 の①と②にほぼ相当する Protocol(P1)のどこかに「ず」が存在し、図 3 の③にほぼ相当する Transient motion(P2)において、「ず」を読み取った左遣いが、主遣いが操る右手の動作に左手の動作を急激に合せていることを示唆している。なお、Synchronized motion(P3)は図 3 の④以降に相当する。

このように、「型」動作の直前にトリガとなる動作パターンとして「ず」が抽出でき、この「ず」を受けた後、左遣いが主遣いに対して高い追従性を実現していることが明らかとなった。この結果は、「ず」が主遣い—左遣い間の協調操作を可能にする合図となっている可能性を示唆している。

4. 協調操作のための主要な合図としての「ず」

しかしながら、主遣い—左遣い間の協調操作を可能にするために、左遣いはこの「ず」以外にも、台本や打合せなどの事前情報（つまり演じるべき「型」についての事前情報。以下、「型」情報）、ならびに三味線や義太夫節による「床」情報を利用することも原理的に可能であり、本当に「ず」が主遣い—左遣い間の協調操作を可能にする主要な合図であるかどうかは定かでない。

そこで、「型」情報が人形遣いの協調操作に与える影響を分析した。具体的には、複数の「型」動作を連続で行ってもらう際に、行う「型」の順番を主遣いのみ伝え、残り 2 人の人形遣いは知らない状態で行なう条件と、行う「型」の順番を全員に伝えて行なう条件を設定し、両条件間で右手動作ならびに左手動作の再現性を相互相関関数により比較した。相互相関関数は 2 つの信号やデータ列の類似性や周期性の評価などに用いられる。本研究では、相互相関関数の最大値を、類似度を示す値として利用する。しかし、本実験では動作開始のタイミングを主遣いが決定することや、動作データが複数の山を持つ波形であることから、相互相関関数の遅れを利用した同期性の検証は困難と考えられる。そこで、今回は相互相関関数の遅れについては考察を行わず、動作の遅れや進みについては波形を観察することで考察する。なお、3 節と同様に、「お辞儀」を分析対象とした（詳細は[櫻 2013]を参照のこと）。その結果、左手動作の一部に遅れが生じたものの、両条件間で右手動作も左手動作も概ね高い再現性を示した（表 1 ならびに図 5）。

さらに、「床」情報が人形遣いの協調操作に与える影響についても同様に分析した。すなわち、「床」情報を主遣いのみ伝える条件と全員に伝える条件を設定し、両条件間で右手動作ならびに左手動作の再現性を相互相関関数により比較した。その結果、両条件間で右手動作も左手動作も概ね高い再現性を示した（表 2 ならびに図 6）。

以上より、主遣い—左遣い間の協調操作は、主遣いによる人形の動作中に含まれる「ず」により基本的には実現されており、「型」情報や「床」情報は協調操作を円滑にするために補助的に利用されていることが示唆された。

5. むすび

一連の実験と分析により、文楽人形遣いの、特に主遣い—左遣い間の協調操作のメカニズムの一端が明らかになった。具体的には、主遣い—左遣い間の協調操作が主遣いによる人形動作内に潜伏する「ず」と呼ばれる信号によって実現されており、その「ず」による協調が、台本や打合せなどの事前情報である「型」情報や三味線・義太夫節による「床」情報よりも支配的であ

表 1 条件間での各部位の相互相関関数の最大値

	x 座標	y 座標	z 座標
右手	0.906	0.954	0.894
左手	0.942	0.948	0.828

右手と左手の相互相関関数の値を、x, y, z の座標ごとに示している。人形からみて左方向が x 軸、前方向が y 軸、上方向が z 軸である。

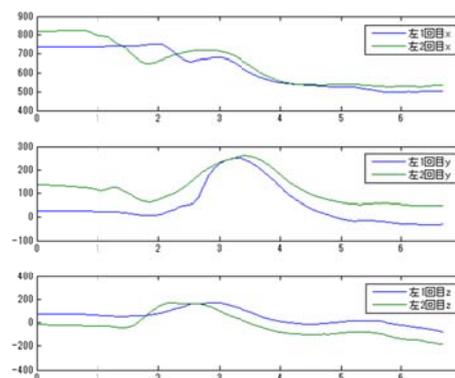


図 5 条件間での左手の動作系列の比較

上から x, y, z 軸の動作系列を示している。各図において、横軸が時間[s]を、縦軸が位置[mm]を示している。青色で示した 1 回目では、型情報が主遣いにはしか知らされていなかったのに対して、緑色で示した 2 回目では、型情報は全員に知らされていた。1 回目と 2 回目を比較すると、2 秒前後の波形の違いから、型情報遮断時の左遣いの動作の立ち上がりが遅れていることがわかる。したがって、型情報は型の種類および同期タイミングに関する情報を含み、人形遣いはこれを補助的に用いていた可能性が高い。

ことを示唆できた。このような、ジェスチャやアイコンなどの非言語情報以外の、動作中に含まれる非明示的な合図（「ず」）によって協調操作を実現するメカニズムの一端を明らかにした点に本研究の意義がある。

しかしながら、文楽人形遣い間の協調操作のメカニズムにはまだ不明な点も多い。一連の実験結果からは、「ず」には、動作の開始、大まかな動作の種類に関する情報が含まれる一方で、動作の大きさの情報は含まれていないと考えられる。動作に関する情報としては、上述したもの以外に動作の方向が存在するが、これが「ず」に含まれているかどうかは現時点ではわからない。さらに、「ず」にはどの程度の粒度で動作種類に関する情報が含まれているのかも明らかではない。例えば、拝みという「型」動作は、お辞儀と図 2 の③までほとんど同じである。そこには「ず」が含まれているはずであり、実際、人形遣いは拝みとお辞儀を区別している。そのため、我々が既に分析してきた人形動作だけで拝みに対する「ず」も特定することが可能なのか、それとも人形動作以外の要素（例えば、主遣いの移動）も考慮すべきなのかは、今後検討すべき課題である。

我々は、人形遣いが熟達するにつれ、自らの呼吸パターンと人形の動作パターンとが同期しなくなることも発見している[渋谷 2012]。同様に、熟達するにつれ、また 3 人の人形遣いの息が合うにつれ、「ず」の出し方も変化してくると言われている。具体的に「ず」がどのように変化するかは今後検討すべき課題である。

表 2 条件間での各部位の相互相関関数の最大値

	x 座標	y 座標	z 座標
右手	0.916	0.938	0.973
左手	0.914	0.700	0.929

右手と左手の相互相関関数の値を、x, y, z の座標ごとに示している。人形からみて左方向が x 軸、前方向が y 軸、上方向が z 軸である。

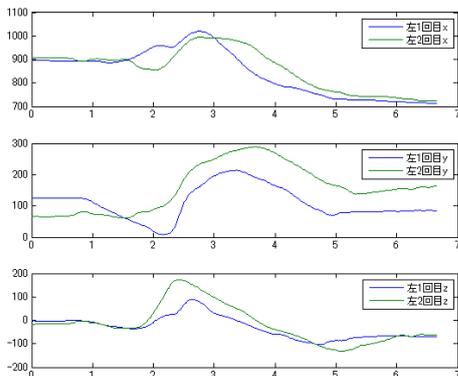


図 6 条件間での左手の動作系列の比較

上から x, y, z 軸の動作系列を示している。各図において、横軸が時間[s]を、縦軸が位置[mm]を示している。青色で示した 1 回目では、床情報が主遣いしか知らされていなかったのに対して、緑色で示した 2 回目では、床情報は全員に知らされていた。1 回目と 2 回目を比較すると、動作中の波形が大きく異なっている箇所がある。具体的には、z, y 軸では波形の形状は類似しているが、その大きさが異なっているように見える。特に床情報を知らされていない時の y 軸方向の動作では、他の試行と異なり、動作開始から 2 秒付近まで勢いをつけるように右肩下がりの波形を示し、その後他の試行と同じような動作波形が続いている。このことから、床情報遮断時には、動作の大きさに関する情報が正確に伝わっていない可能性が考えられる。

これらの点を実験的に明らかにしつつ、これまで芸談などでしか語られることのなかった文楽人形遣い間の協調操作のメカニズムの全容を科学的に明らかにしていきたい。

謝辞

吉田勘彌氏、桐竹紋臣氏、桐竹紋吉氏の 3 名の人形遣いの方々に本研究にご協力いただいた。本研究は、第 48 回東レ科学技術研究助成(東レ科学振興会)ならびに科学研究費補助金(課題番号 21118005 および 25540154)からの研究助成を受けて実施された。ここに謝意を表す。

参考文献

- [後藤 2002] 後藤 静夫: 文楽・人形浄瑠璃の現在—その多重媒介性を考える—, 人文学報(京都大学人文科学研究所), Vol.86, pp.281-293, 2002.
- [櫻 2009] 櫻 哲郎, 森田 寿郎, 植田 一博: 文楽人形の協調操作における動作特徴の抽出, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.11, No.3, pp.255-264, 2009.
- [櫻 2013] 櫻 哲郎, 成田 友紀, 沢井 和也, 森田 寿郎, 植田 一博: 文楽人形遣いの協調操作を実現する非言語情報通信, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J96-D, No.1, pp.195-208, 2013.

- [佐々木 2006] 佐々木 正人: アート／表現する身体 アフォーダンスの現場, 東京大学出版会, 2006.
- [渋谷 2012] 渋谷 友紀, 森田 ゆい, 福田 玄明, 植田 一博, 佐々木 正人: 文楽人形遣いにおける呼吸と動作の非同期的関係: 日本古典芸能における「息づかい」の特殊性, 認知科学, Vol.19, No.3, pp.337-364, 2012.
- [松平 2003] 松平 盟子: 文楽にアクセス, 淡交社, 2003.