

論文の内容の要旨

論文題目 文楽人形遣いの非言語情報を用いた“型”動作の伝達
Bunraku Puppeteer's Nonverbal Information Transmission of "Kata" Motion

氏名 櫻 哲郎

1. 背景と目的

伝統芸能文楽とは、三味線による演奏、太夫による語り、人形による芝居の 3 つの要素で構成される日本の伝統芸能である。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分割操作されるにもかかわらず、多彩かつ情緒深い動作が実現される。この協調操作では、人形動作自体も合図の媒介として使われ、発話や事前の打ち合わせ無しに様々な動作を演技中にその場で決定・実行できる特徴があり、他の協調タスクと一線を画す。その一方で、この人形操作は暗黙的な技であり、習得のためのマニュアルも存在せず、人形遣いたちは 10 年以上に亘る修行によってこの技術を体得されている。

本研究では、他に類をみないこの協調操作の仕組みの解明を目的とする。具体的には、3 人の人形遣いのうち、全体の意思決定を行いながら人形の頭と右手を操作する“主遣い”の意図を、特に主遣いが行おうとしている動作（“型”と呼ばれる動作パターン）の種類を、人形の左手を操作する“左遣い”が人形動作中に埋め込まれている“ず”と呼ばれる合図から、どのように判断するのか、また人形動作にそのような判断を実現できる情報が含まれるのかについて分析した。手段として、左遣いの型の判別についての仮説を立て、演技状況を再現した実験による分析と隠れマルコフモデルによる人形動作の状態表現を行い、判別の仕組みについて検討した。

2. 実験

演技上の制約から、主遣いが操る人形の動きから、多くの場合左遣いは 2 秒以内には型を判別可能と考えられる。しかし主遣いによる人形動作の中には、途中まで似たようなも

のも多い。このことから、左遣いは型の動作ごとの特徴から、主遣いが行おうとしている型を徐々に絞り込むような判別プロセスを行っていると考えられる（図 1）。また、これらの判別は非常に難しいため、熟達度によってその判別精度が変化すると考えられる。すなわち、①左遣いの熟達度、②型動作の観察時間、③型の種類の 3 つの要素が、その判別の正確性に影響を与えると推測される。そこで、この 3 つの要素について実験的に検討した。具体的には、型の冒頭部分の左遣い視点の動画を、実験に参加した各人形遣い（判別者）に一定時間提示し、動画内で行われようとしている型が何であるかを、自分が左遣いになったと仮定して推定してもらう実験を行い、型判別の正解確信度への、①判別者の熟達度（2 水準）、②型の提示時間（4 水準）、③型の種類（8 水準）の 3 要因の影響を検討した。

実験では、判別者（熟達群 5 名、準熟達群 6 名）は用意されたノート PC を通じて、1 名ずつ、以下の手順を繰り返し実施した。

1. 2 秒間の注視点提示の後、左遣い視点の動画（型の冒頭部分）が提示された。
2. 型の候補 10 種類が画面に提示され、1 で提示された型が何であるかについての確信度を、合計が 100% になるように 10 種類の型候補に割り振った。

型 8 種類（ダミー 2 種を含め選択肢は 10 種）と提示時間 4 種類（0.75, 1.00, 1.25, 1.50(s)）からなる 32 回を 1 セットとし、同じ条件で録画した異なる動画を用いた 3 セット（計 96 試行）を提示した。各セット内で、型と提示時間の順番はランダム化した。なお、確信度の割り振りは 0%～100% の 5% 刻みの 21 段階とした。

判別者の熟達度、型の提示時間、型の種類の 3 要因が型判別の正解確信度に与える影響を分析するために、これら 3 要因を独立変数、正解確信度を従属変数、判別者を変量効果とする一般化線形混合モデルによる 3 元配置分散分析を行った。その結果、型の提示時間、型の種類の主効果は有意であったが、熟達度の主効果と 2 次の交互作用に有意差は認められなかった。ただし、熟達度×型の種類、ならびに型の提示時間×型の種類の 1 次の交互作

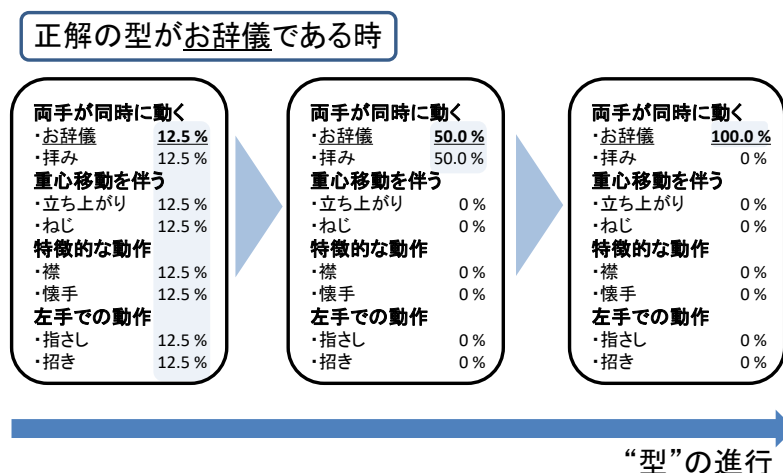


図 1 期待される左遣いの確信度の時間変化

用は有意であった。また、熟達度×型の種類の交互作用における単純主効果の検定を行った結果、型の種類が“お辞儀”の場合に熟達度の効果が有意であった。なお、熟達群および準熟達群における型の種類の単純主効果は準熟達群のみ有意であった。これらの結果から、準熟達群にとって判別の難しい型（“お辞儀”）において、熟達により正解確信度が上昇したと考えられる。また、型の提示時間の主効果が有意だったので、観察時間がのびるほど、正解確信度は上昇すると言える。さらに、型の提示時間×型の種類の交互作用における単純主効果の検定を行った結果、型の種類が“立ち上がり”，“襟”（襟をしごく動作），“懐手”（袖を振り，手を隠す動作）における提示時間の効果が有意であった。Dunnett 法による比較により，これらの型では 1.00～1.25(s)もしくは 1.00～1.50(s)の間に正解確信度が大きく伸びることがわかった。以上により，3 要因はいずれも型判別に重要な要素であり，左遣いの型判別は図 1 に示したように「型ごとに時間的に判別が進む」ものと考えられる。

次に，図 1 にあるような「似たような動作をする型」に判別対象を絞り込んでいるかどうかについて検証するため，実験で得られた各型への確信度分布に対して Ward 法によるクラスタ分析を行った。得られたデンドログラムから，「似たような動作をする型」が「判断の候補とする型」として残りやすいことが示された。また，主成分分析により回答確信度の次元圧縮を行った結果，提示時間ごとに，動作特徴（重心移動や，左手のみを遣う動作かなど）を判断基準にしている可能性が示された。

ただし，図 1 と全て一致したわけではなく，回答確信度は 100%に収束せず，クラスタ分析では“襟”や“懐手”の型が，ある時間において，他の型の判断を惑わす現象もみられた。

以上から，左遣いの判断プロセスは，おおむね図 1 の通りだが，100%正解できる単純な決定木のような仕組みではないと考えられる。

3. 隠れマルコフモデルによる人形動作の状態抽出

図 1 のような判別を行える情報が人形動作に含まれるか検討するため，隠れマルコフモデルによる人形動作の状態表現を行った。具体的には，動画と同時に磁気式モーションキャプチャによって取得した人形の動作データを入力データとして用いた。多次元の時系列動作データを複数の隠れ状態に当てはめて，その状態遷移を観察した。もし，図 1 のような判別が動作の類似性に基づいて行われていれば，得られる状態遷移は類似した動作要素，すなわち音声認識でいう音声波形から得られる音素にあたるものになると期待でき，特定の順序の組み合わせが単語のような意味を持つはずである。

その結果，図 2 のように，主遣いの操る人形動作は，動作要素と対応する状態遷移に符号化された。型ごとに，各状態の出現頻度が異なっていることと，類似した動作が途中で同じ状態遷移を辿ることから，この状態遷移から型の判別が可能だと示唆された。

以上から、人形動作を合図の媒介とすることが可能な仕組みになっていると考えられる。

4. 考察

実験と状態表現により得られた結果から、左遣いの型判別は図 1 のように、人形動作を観察して合図（動作要素）を順番に受け取り、多くの可能性から行う候補を絞り込む方式であると推測される。しかもその確信度は 2 秒以上たっても 100%に収束せず、人形遣いは可能性を疑い続けながら操作を行っていると考えられる。これは本実験のような有限パターンの判別だけを目的とした条件では、非効率的かつ難易度が高い方法と言える。しかし、文楽の舞台としての特徴、すなわち三味線と太夫による毎回一定ではない楽曲要素の中で人形が動くこと、そして主遣いが発話やアイコンタクトなしに即興的に、動作の大きさを変えたり、主遣いそれぞれの癖に基づいて動作中に別の動作要素をアレンジで入れたりすることを踏まえると、柔軟な対応が可能となる有効な方法だと考えられる。

5. 結論

本論文では、文楽の人形遣いがもつ高度な協調操作の解明を目的に、その 1 人である左遣いによる型判別の仕組みを実験と動作の状態表現により検討した。その結果、左遣いは単純なルールマッチングで型を判断するのではなく、人形動作を常に観察し、どの動作がふさわしいのかをリアルタイムに判断し続ける可能性が高いことが明らかになった。また、芸談を含めた考察から、この一見困難な仕組みが、文楽という芸能には必要であり、人形動作を媒介とした合図で様々な即興要素に対応できるという他に類を見ない、文楽が持つ特徴を実現している可能性が示唆された。以上より、左遣いの型判別の特徴、および文楽における協調の特殊性および長い修行期間が必要とされる理由の一端が明らかになった。このような型判別のモデル化をベイズ推定などによって行うことが将来的な課題である。

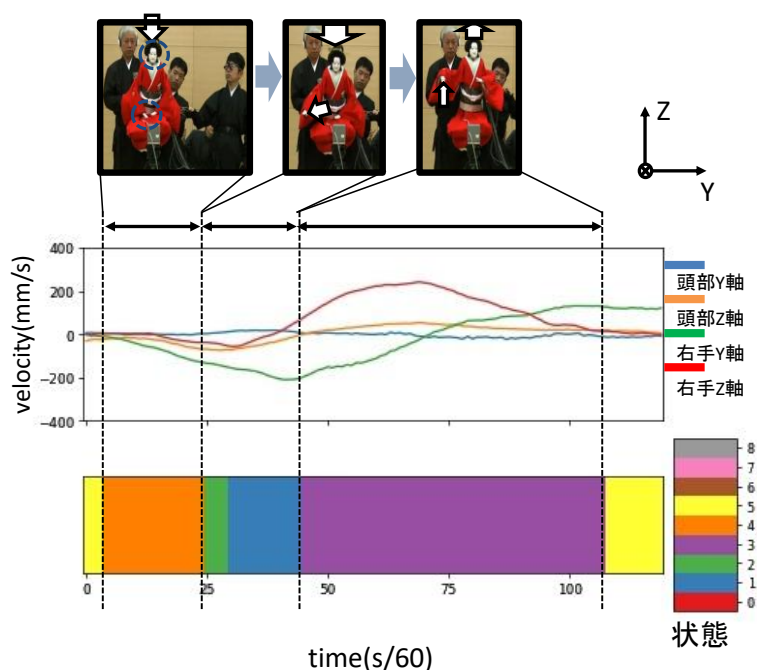


図 2 人形動作と状態遷移の関係