

知能・機能創成工学専攻

## 基板 PP 最終報告書

(株)イーガー:現代版からくり人形(ロボット)の芸術的表現の確立

提出日 :2009年1月23日

学生 :キーリー・リチャード (石黒研究室)

:グイエン・マイ (浅田研究室)

:砂川 竜祐 (中谷研究室)

指導教官 :黒木 一成 ((株)イーガー)

:窪田 修司 ((株)イーガー)

:山下 剛 ((株)イーガー)

:石黒 浩 (知能・機能創成工学専攻)

:小泉 智史 (知能・機能創成工学専攻)

:池田 徹志 (知能・機能創成工学専攻)

## 目次

1.はじめに.....	3
1.1 背景・目的.....	3
1.2 演習概要.....	3
2.演習課題.....	5
3.解決手法.....	6
3.1 慣性航法装置.....	6
3.1.1 システム概要.....	6
3.2 遠隔操作システム.....	7
3.3 GUI.....	8
4.GUI の操作方法.....	10
4.1 起動.....	10
4.2 機能.....	10
4.3 Display Line.....	13
4.4 Speech Line.....	14
4.5 Gesture Line.....	15
4.6 Movement Line.....	16
4.7 補足.....	16
4.7.1 行制限時間について.....	16
4.7.2 行番号について.....	17
4.7.3 実行について.....	17
4.7.4 入力数値について.....	17
4.7.5 発話と動作について.....	17
5.演劇の作成.....	18
5.1 マイムの手法.....	18
5.1.1 リズム.....	18
5.1.2 ミーム・コーポレル・ドラマティック.....	21
5.2 人形浄瑠璃の手法.....	21
5.3 その他.....	22
5.3.1 待機時の動作.....	22
5.3.2 リアリティの追求.....	22
6.公演.....	23
6.1 アンケート結果.....	23
6.2 考察.....	27
7.まとめ.....	28
謝辞.....	29

# 1. はじめに

## 1.1 背景・目的

本演習の課題は、コミュニケーションロボットや家庭用ロボットのような、生活空間に導入されるロボットに対して、芸能に見られるような表現力を導入し、感性価値を付加することである。ここで言う感性価値とは、作り手が製品にこめた表現やこだわりによってユーザの感性に訴えかけ、ユーザがそれに共感する事で初めて顕在化する価値の事である。

生活における情報のやり取りはコミュニケーションを通じて行われることから、生活空間に導入されるロボットにも円滑なコミュニケーション能力が要求されると考えられる。コミュニケーション能力の向上を考えるに当たり、まずは人同士のコミュニケーションについて検討した。近年の研究の結果から一般常識となりつつあるが、人間のコミュニケーションは言葉だけによって行われているものではない。人は表情や動き、発話のイントネーションなどを伝達手段に用いており、言葉のみの表現よりも格段に高い表現力を手に入れている。これは人間の表情や動きの意味が共有されており、他者が行った表情や動きから情報を得ることができるためである。これは言い換えれば感性の共有と言える。この感性の共有によって得られるものが共感である。そこでこの感性の共有を導入することができればロボットのコミュニケーション能力を向上させることができ、ロボットに感性価値を付加することができると考えられる。感性を共有することで得られるものは、表現力と理解力であるが、本演習では表現力のみを対象とする。

そこで、人同士で共有される表現をロボットに導入するために、芸能的表現を参考にした。芸能とはいわば人間のコミュニケーションの研究と実践であり、芸能を参考にすることが最も適切であると考えられる。

また、本演習ではロボットを用いた演劇を公演する事を課題の実践とする。このことを利用し、演習の課題である、感性価値の付加と同時に、人とロボットの在り方や関係を模索し、演劇によって示される人とロボットの関係を、将来の人とロボットの関係の可能性の一つとして提案する。

以上を踏まえ、昨年の方法論の確立に引き続き、「ロボットに表現力をデザインして感性価値を付加する」ことを目的とする。

## 1.2 演習概要

今年度の演習概要を示す。

1. 3分のサンプルストーリーを作成
2. 劇を公演する場合の問題点を確認
3. システムの開発
4. GUIの開発
5. ロボットに導入する芸能を研究
6. 「働く私」の公演

まず我々は wakamaru の仕様を知るために、wakamaru を使って 3 分間のショートストーリーをサンプルとして作成した。その経験と昨年度の報告を踏まえて 20 分間の劇を公演する場合の問題点を列挙した。問題点の解決方法として慣性航法装置の開発、並びに遠隔操作の開

発を行った。演劇を作成、実行する環境として、現行の wakamaru のシステムは適していないと考えられたため、よりユーザフレンドリーなインターフェイス、GUI の開発を目指した。ロボットに導入する芸能表現は特にマイムと人形浄瑠璃を参考にすることとし、それぞれ1時間程度のレクチャーを受けた。以上を用いて、演劇「働く私」の作り込みと公演を行った。

## 2. 演習課題

劇を公演する場合の課題として、去年の経験から、まず以下の課題が挙げられた。

- ロボットの動作限界に対する、振り付けのデフォルメ
- ロボットの精度限界に対する、タイミングのズレの蓄積に伴う修正処理
- 相手の役者に対する、「間の取り方」と動作タイミングの告知方法
- 音声機器や照明などから発生するノイズに対するリスク回避
- 舞台の広さ、段などの舞台環境を考えたモーションデザイン
- アドリブ機能が無い

以上のことと、サンプルの劇を作った際に感じたことも合わせて、演劇を行うシステムを構築する際に解決すべき問題として以下が挙げられた。

### 1. 主に回転による位置のずれ

今回サンプルの劇を作る際にいくつか回転の動作を入れた。この回転の動作を行った後、最終的に最初と同じ方向を向くように設定して実行していた場合に、最初と最後で方向がずれることが多々あった。サンプルの劇は3分程度だったので回転、直進の動作は少なく、大きなズレに発展することはなかったが、公演は20分と大変長いいためズレが大きくなる。場合によっては劇の続行が不可能になるようなズレが生じることも考えられる。よって、このズレを修正する方法が必要である。

### 2. タイミング

間は役者の台詞のタイミングと合わせることがもっとも重要であることを考えれば役者が調節することがもっとも望ましいと考えられる。このことから役者がタイミングを出せる様な遠隔操作のスイッチを作成することを提案する。

### 3. wakamaru の操作性の悪さ

wakamaru のインターフェイスはターミナルを用いたテキストベースのCUIであり、非常に馴染みにくい。さらに動作や発話に修正を加えるには毎回プログラムを終了させなければならないことや、JavaScript、xmlといったプログラミング言語の知識が必要であることなど、一般のユーザには親しみにくいものである。

### 4. 失敗した場合の修正(アドリブなど)

ワカマルが台詞を間違えることはないが、上記のようなズレや人為的な操作ミスによって移動や発話を失敗する可能性がある。このような場合でも公演を途中でストップすることはできない。人間の場合アドリブなどを使って乗り切ることができるような場面でもシーケンシャルに動きつづけるだけのワカマルでは対応は不可能である。そこで公演を止めずに軌道修正を行う、リスク回避のシステムが必要である。

以上の4点を焦点として、wakamaru の演劇作成・公演システムを構築した。

### 3. 解決手法

1. 位置のずれの問題に対しては慣性航法を用いることを提案した。その理由は環境に左右されにくい位置決定ができることである。演劇の公演の舞台はこの時点では決まっておらず、照明などの外部環境の影響がどの程度であるかが分からなかった事や、舞台に行ってから設置の簡易さが決め手となった。2. タイミングの問題に対しては遠隔操作を行うことを提案した。3. wakamaru の操作性の悪さについては GUI を作成することで解決した。4. 失敗した場合の修正(アドリブなど)は今年度に、開発を行うところまでは至ることができなかった。

#### 3.1 慣性航法装置

慣性航法装置とは、加速度センサとジャイロセンサを用いて自らの位置を追跡するシステムである。まだ GPS が使えなかったころの航海や航空、ロケットなどに使用されていた。仕組みは、加速度センサで加速度を読み取り、ジャイロセンサで角速度を読み取ることで、積分を行い、初期位置からの移動を計算するというものである。このシステムは初期位置さえ分かっていたら、その後の位置を計算できるため、光などの外部の環境の影響を受けにくい、赤外線や電波などの外部からの支援が必要ないという利点がある。逆に慣性航法装置の問題点は現在位置の測定ではなく予測であるという点である。つまり移動・回転を重ねていくことで誤差が大きくなっていくことは避けられない。センサの精度や計算方法にも拠るが、誤差が大きくなる前に正しい現在位置の再設定を行う必要があると考えられる。一番簡単な方法は舞台袖に入ったときに手で調整することである。しかし、演劇の内容によっては舞台袖に入れない可能性もある。この場合舞台上で、客に気づかれずに現在位置を補正しなければならない。その方法の一つに赤外線センサによる現在位置の取得があると考えられる。慣性航法装置を用いなかったため今年度は行っていないが、慣性航法装置の開発を行う場合は再度議論の必要がある。

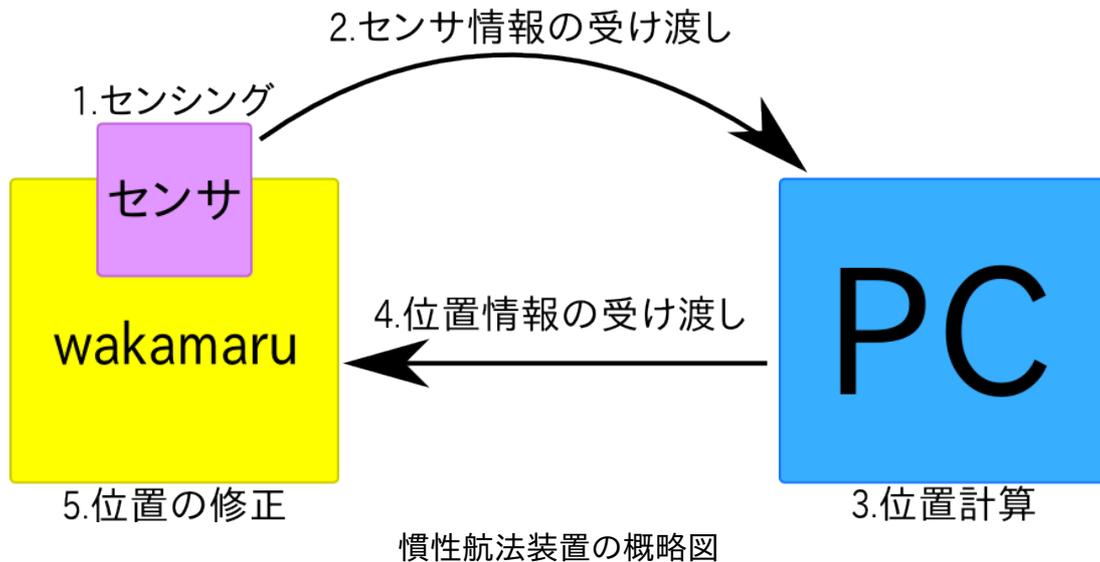
本演習では PS3 のコントローラに搭載されている加速度センサとジャイロを用いてシステムを開発を行った。その理由は安価であることと、Bluetooth による PC との接続が可能であるということである。そこで PS3 のコントローラを用いて慣性航法装置の開発を行った。

##### 3.1.1 システム概要

本システムでは PS3 コントローラ(以降センサ)を wakamaru に搭載し、センサとの接続および位置情報の計算はすべて PC で行うこととした。これは 1) wakamaru が Bluetooth に対応していない、2) USB 接続のデバイスを用いてもドライバがない、3) wakamaru の処理系でプログラムを動かすことで wakamaru の動作遅延の原因になることを恐れがある、といったことが理由として挙げられるからである。

システムの概略を示す。

1. wakamaru に積んだセンサが加速度と角速度を読み取る。
2. センサからの情報を Bluetooth を通じて PC で読み取る。
3. 読み取った情報を PC で積分し wakamaru の位置を算出する。
4. socket を通じて wakamaru に位置情報を送る。
5. wakamaru が位置を修正する。



本システムは今年度の公演には使用できないと判断し、開発の途中で中断した。その理由はジャイロセンサの読み取りができなかったことである。

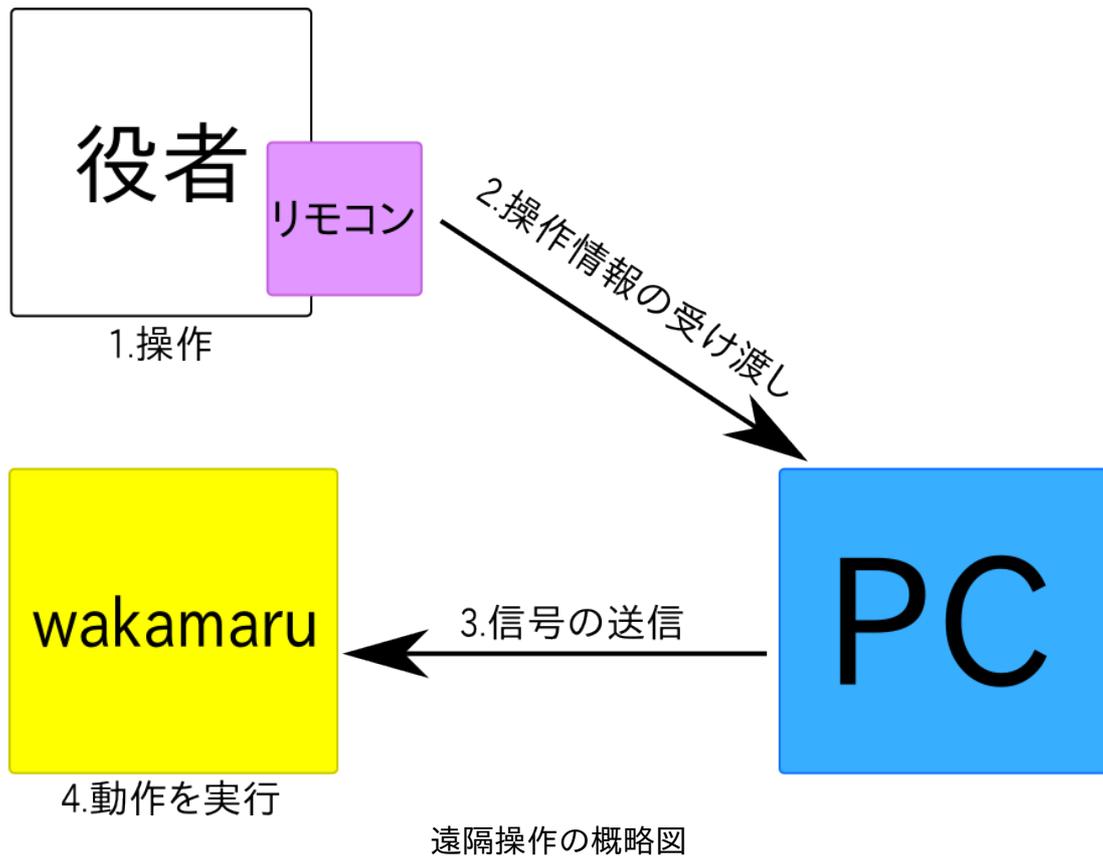
Bluetooth による PC との接続、および加速度センサの読み取り、PC から wakamaru への情報の受け渡しについては成功しているが、ジャイロセンサの起動および読み取りは公開されている情報のみでは不可能であり、引き続き PS3 のコントローラを用いる慣性航法装置を開発する場合、コントローラの製造元にジャイロセンサの使用方法を問い合わせる必要がある。結果的に言えばセンサとして PS3 コントローラを用いる事はできない。しかし市販の加速度センサ、ジャイロセンサ、Bluetooth を用いてセンサデバイスを作成することで、同様のシステムを作成することは可能であると考えられる。慣性航法装置の今後の開発については再度議論の必要がある。

### 3.2 遠隔操作システム

Wii のコントローラを用いた遠隔操作システムの開発を行った。Wii コントローラは Bluetooth による接続が可能で、加速度の計測、速度と位置情報の処理を PC にて行うことができることから慣性航法装置を作成する際のセンサとして使用可能と考えらる。また、分解して組み直し小さくして役者に持ってもらうことで wakamaru にタイミングを教えるリモコンとして使うことを提案した。以上から Wii コントローラを購入したが、現時点では Wii のコントローラが搭載する加速度センサは並進 3 自由度であり回転運動を読み取ることができないため、慣性航法装置のセンサとしては用いないこととなった。そこで役者に持ってもらう wakamaru 操作用のリモコンとしてのみ Wii を使用することとなった。

システムの概略を示す。

1. 役者が Wii リモコンを操作する。
2. リモコンからの情報を Bluetooth を通じて PC で読み取る。
3. socket を通じて wakamaru に信号を送る。
4. wakamaru が動作を実行する。



本件演習では、wii リモコンの形状的な不具合(手のひらに隠れない)、及び役者への負担(ロボット操作)が増大するため採用を見合わせたが、移動に失敗したときに正しい位置に戻る必要がある場合など、元々のシナリオにない動作をさせなければならない場合に、wakamaru を任意に操作できるような遠隔操作システムは、舞台上でのリスクを回避する手段として、有効であると考えられる。

### 3.3 GUI

サンプルの作成の時など、始めの wakamaru の動作入力と実行には昨年度に作成されたテキストベースのインターフェイス(CUI)を用いていました。しかし発話や動作のタイミングを入力するインターフェイスが分かりづらく、操作ミスの原因になると考えられることから、より分かりやすく、操作しやすいインターフェイスを作成することになった。インターフェイスの仕様は、以下の要求が挙げられる。

- 任意の場面の台詞や動作を発話、実行させることができる。
- 操作ミスにつながるような入力(トリガーの連打など)を受け付けない。
- wakamaru および役者の前後の台詞や動きを操作者が常に一目瞭然に確認できる。

以上の仕様の実装を目指してインターフェイスの開発を行ったが、新たな要求の発生や作業の優先順位などから主な仕様は以下の様になりました。

- 任意の場面の台詞や動作を発話、実行させることができる。
- wakamaru および役者の前後の台詞や動きを操作者が常に一目瞭然に確認できる。
- GUI を起動した PC で wakamaru の移動、動作、発話、設定を作成できる。

- GUI を起動した PC に wakamaru の移動、動作、発話、設定を記録した script ファイルが保存される。
- GUI を終了させること無く wakamaru の移動、動作、発話、設定を変更できる。
- wakamaru の姿勢を取り込むことができる。
- wakamaru の現在位置を任意の座標に再設定することができる。
- バッテリー残量を確認できる。
- ノーマルモードと充電モードを選択できる。
- 表示言語は日本語と英語を選択できる。

以上の様に、今回作成した GUI のプログラムは wakamaru の動作を実行するだけでなく、演劇の作り込みから実行までをシームレスに行うことができる、動的で強力な GUI となりました。

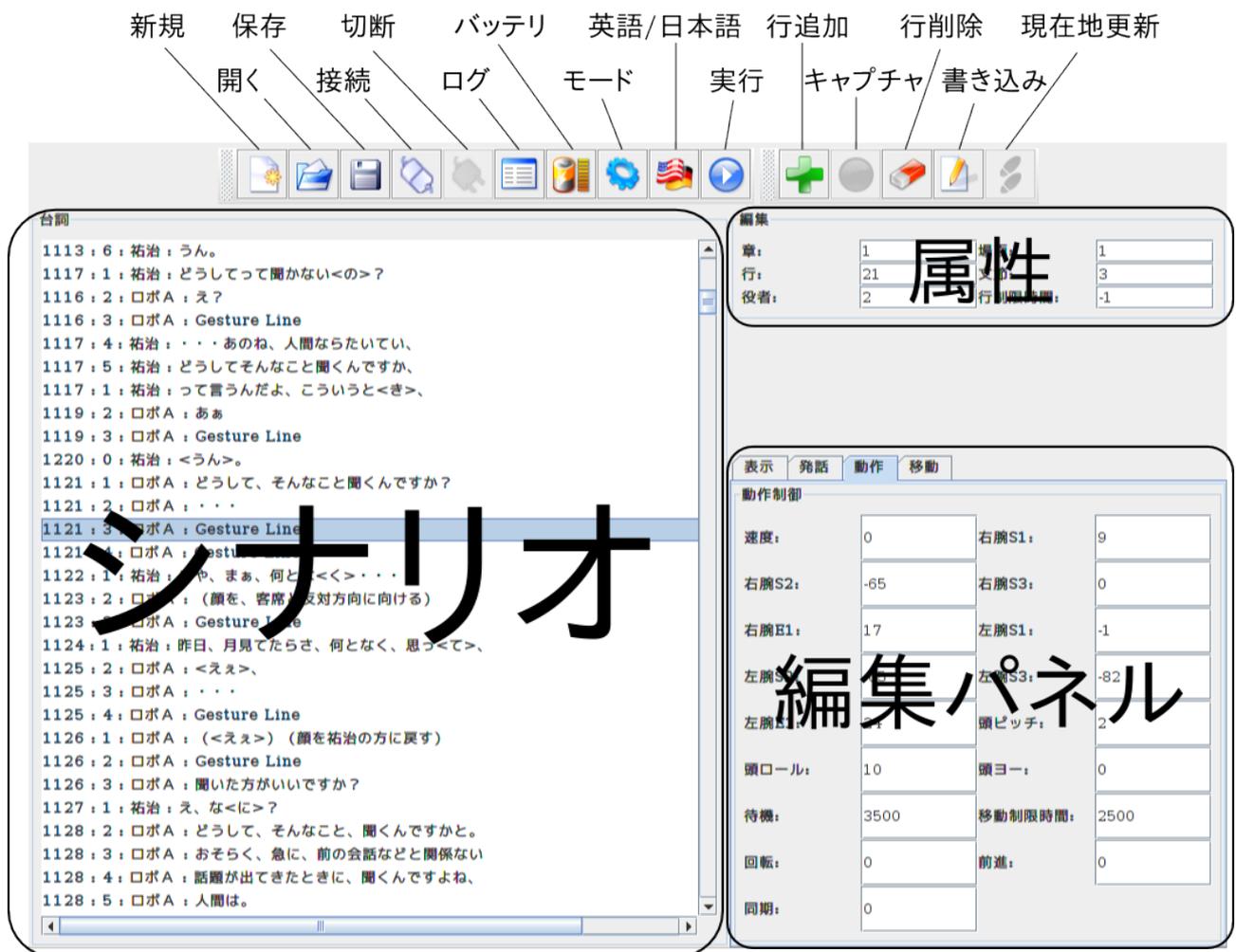
## 4. GUI の操作方法

GUI の操作方法について説明する。

### 4.1 起動

1. PC の端末から wakamaru に telnet でログインする。  
\$ telnet 192.168.65.130 ←(接続したい wakamaru の IP アドレス)
2. wakaSocket.wss を起動する。  
\$ mybrowser wakaSocket.wss ←(それぞれ絶対パスで入力)
3. Wii コントローラを使う場合、bluetooth アダプタをつなぐ。Wii コントローラの1、2ボタンを長押しして Wii コントローラの青い LED が光るのを確認して次へ。
4. pc の端末で wakamaru コントローラを起動する。  
\$ cd /home/sunagawa/PP/controler/wakaControlWii ←(wakamaru コントローラのディレクトリ)  
\$ LD\_LIBRARY\_PATH=. java -Djava.library.path=. -classpath wiusej.jar:.  
wakaControlApp/WakaControlMain

### 4.2 機能



# シナリオ

# 編集パネル

- シナリオ: ロボットの動作・発話や舞台進行の流れを示すシナリオの表示。クリックして実行したい行を選ぶことができる。
- 属性: シナリオの個々の行に対して章番号や行番号を入力することができる。
- 編集パネル: 選択されている行の表示・発話・動作・移動の設定を行う。
- 新規: 新規 script を作成する。
- 開く: script ファイルを読み込む。
- 保存: script ファイルを保存する。
- 接続: wakamaru と接続する。wakamaru の IP アドレスを入力する。
- 切断: wakamaru との接続を切る。
- ログ: ログを表示する。
- バッテリー: バッテリ残量をログに記録する。\*バッテリー残量の MAX は 15。
- モード: Nomal モードと Charger モードの切り替え。\*Charger モードでは動作と移動が実行されなくなる。
- 英語/日本語: 英語表示と日本語表示を切り替える。
- 実行: 選択されている line を実行して次の動作、もしくは発話の line を選択する。\*一度実行すれば、他の作業を行うまでは、Enter キーで実行することができる。
- 行追加: 選択している行の下に新しい行を挿入する。

キャプチャ: Gesture Line を選択している状態で、1 回目のクリックで wakamaru のモータを OFF、2 回目のクリックで wakamaru の腕と頭の角度を取得してモータを ON にする。

行削除: 選択している行を削除する。

書き込み: 選択している Line の設定を確定する。\*保存されていないことに注意。

現在地更新: Movement Line を選択している状態でクリックすると、現在地点を Movement Line に設定された地点とする。

### 4.3 Display Line

The screenshot shows a software interface with a toolbar at the top. The main window is divided into two panes. The left pane, titled '台詞' (Dialogue), contains a list of dialogue lines with timestamps and speaker information. The right pane, titled '編集' (Edit), contains a table for editing line properties and a text area for adding display text.

章:	1	場面:	1
行:	23	文節:	2
役者:	2	行制限時間:	-1

表示制御

表示行:

(顔を、客席と反対方向に向ける)

シナリオ中に一つの行として挿入されるが、表示されるだけで実行されるものはない。操作対象のロボットの動きなど劇の流れを把握するために必要なメモなどを書き込んでおくとう便利である。

1. 右下の枠内に表示したい文字列を入力する。
2. 書き込みボタンを押す。

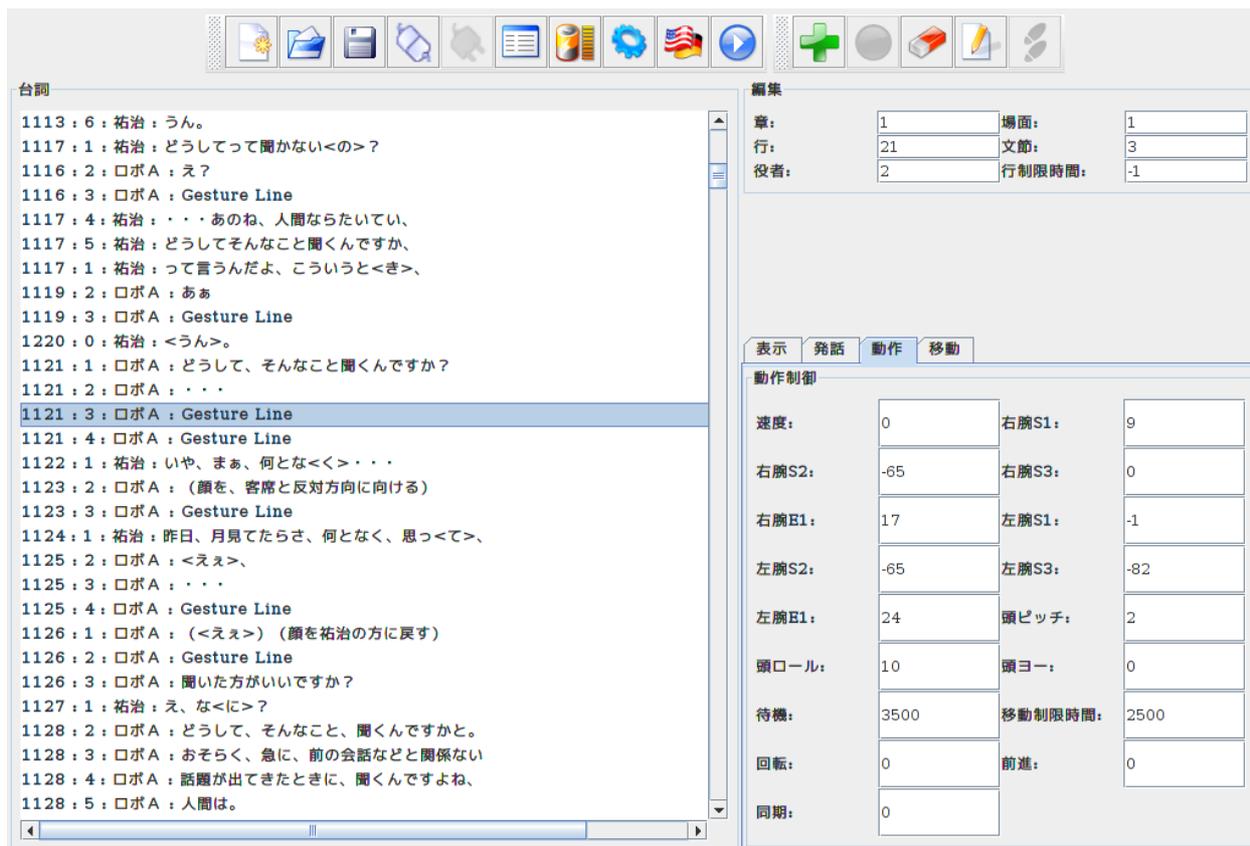
## 4.4 Speech Line

The screenshot displays the Speech Line software interface. On the left, a script editor shows dialogue lines for characters like 祐治 and ロボA. The right side features an editing panel with fields for chapter, scene, act, and character, and a 'Speech Control' panel with sliders for intonation, pitch, speed, speed rate, tone, and volume.

Speech Line では wakamaru の発話を制御できる。表示行はシナリオとして表示される内容で、発話される音声とは関係ない。発話行が実際に wakamaru が発話する内容である。wakamaru の発話は、脚本どおりに台詞を入力するだけでは、言葉のイントネーションが変になったり、聞き取りづらくなったりする。これを解決するためには、カタカナで書いたり、当て字を使ったり、違う字を発話させたりすることで最適な発話を探す必要がある。また、言葉と言葉の間を大きく取るために「、」や「。」を複数挿入するなどの工夫も必要である。発話には、イントネーション、ピッチ、スピード、スピードレート、トーン、音量などのパラメータがあり、これらはスライドで調整できる。

1. 表示行と発話行を入力する。
2. パラメータを設定する。
3. 実行して発話させる。
4. 発話が自然になる様に 1.~3.を繰り返す。
5. 書き込む。

## 4.5 Gesture Line



Gesture Line では wakamaru の動作を設定することができる。同期の欄は使用できないが、それ以外は数値を直接入力して動作を指定できる。直接入力する以外に、キャプチャを使うこともできる。キャプチャを使うと現在の wakamaru の右腕、左腕、頭の角度が一気に入力される。

- 速度： 関節の回転の速度と台車の速度を設定する。入力が0の場合は設定は更新されない。50を越える数値の入力には注意が必要。
- 腕 S1： 腕を前後に振る肩の角度。腕が鉛直となるのが0、前に突き出して水平となるのが90である。
- 腕 S2： 腕を側方に持ち上げる肩の角度。腕が水平になるのが0、鉛直下向きとなるのが-90である。
- 腕 S3： 肘以下を回転させる関節の角度。手のひらが内側に向いている状態が0である。
- 腕 E1： 肘の角度。まっすぐの場している状態が0である。0以下は入力してはいけない。
- 頭ピッチ： 側面から見たときの回転方向。
- 頭ロール： 正面から見たときの回転方向。
- 頭ヨー： 上から見たときの回転方向。
- 待機： 動作を開始から入力値 ms の間、次の動作を行わない。ただし、回転・前進には効果がなく、行番号が同じである回転・前進は最初の動作の開始時に実行される。
- 制限時間： 動作を初めてから入力値 ms で目標姿勢に到達する様にスピードが決定される。
- 回転： 入力値の角度分回転する。目標に近い方向へ回転する。
- 前進： 単位は mm。

## 4.6 Movement Line

The screenshot shows the wakamaru software interface. On the left is a script editor with a list of dialogue lines. The line '2125 : 1 : ロボ A : Movement Line' is selected. On the right is a '編集' (Edit) panel with a table for scene and act settings, and a '移動制御' (Movement Control) panel with input fields for X and Y coordinates, direction angle, speed, and movement time limit.

章:	場面:
2	1
行:	文節:
25	1
役者:	行制限時間:
2	-1

表示	発話	動作	移動
移動制御			
台車 X:	900	台車 Y:	900
方向角:	-120	移動制限時間:	9500
速度:	0		

Movement Line では座標空間を設定して、目標位置と角度を指定した移動ができる。ただし、台車の回転を計測して位置を計算しているため、移動を行うことで誤差が蓄積される。また、移動距離や角度によっては目標地点の近くで異常な電子音が出てしまうという wakamaru のバグの問題がある。複数回同じ移動を行ってもバグが発生しなければ、その移動に関しては問題ないと言える。以上は wakamaru の問題であるが、プログラムの問題として移動制限時間と速度は1行で同時に設定できないという問題がある。しかし、2行の Movement Line を使い、台車 X、台車 Y、方向角を同じにして、速度、移動制限時間の順に設定することで同時に設定することができる。

台車 X: 設定された座標空間内の目標地点の X 座標。

台車 Y: 設定された座標空間内の目標地点の Y 座標。

方向角: Y 軸方向と wakamaru の正面方向のなす角。

移動制限時間: 移動開始から入力値 ms 後に、移動の途中でも、次の動作を行う。

速度: 移動速度を指定する。300 以上の入力には注意が必要。

## 4.7 補足

GUI を使用する上で注意した方が良くことやルールなどを補足する。

### 4.7.1 行制限時間について

属性の部分で行制限時間という欄がある。これは実行を行ってから命令を wakamaru に送信するまでの時間を設定するものである。0 以下の場合はずぐに送信されるためデフォルトは

-1となっている。数値の単位はmsであるが、入力した数値よりも遅れて送信される事があるように感じる。これに関しては、PCの速度が関係している可能性もあるが、詳細は不明である。引き続き詳しい調査が必要である。

#### 4.7.2 行番号について

行番号が同じで連続している行は実行を入力しなくても、連続して実行される。行番号の付け方は自由であるが、連続する行で役者が変わる部分では必ず行番号を変える必要がある。現行のプログラムでは文節に意味は持たせていない。

#### 4.7.3 実行について

行番号が同じで連続する複数行を実行する場合、待機時間があるため、PCで実行してからwakamaruで2番目、3番目の行が実行されるまでには時間がある。その間にPC側から次の実行命令が入力されるとwakamaruの動作が止まってしまう問題がある。wakamaruとの接続を一度切断し、接続し直すことで回復するが、実行間隔が短い部分には注意を払う必要がある。wakamaruが受け付けた命令はログに流れるので、危うい部分は、最後の命令をwakamaruが受け付けたことをログで確認することで回避する方法も考えられる。

#### 4.7.4 入力数値について

姿勢や移動など、数値を入力する部分が多々ある。機械に対して制限を越えるような入力を行うと非常に危険であり、モータやギアなどの破損につながる。数値を入力する前に動作の限界を確認する必要がある。

#### 4.7.5 発話と動作について

同じ行番号で発話が二つ連続している場合や動作が二つ連続している場合は、それぞれ順番に実行されるが、動作と発話が同じ行番号で連続している場合は、同時に実行されることとなる。動作と発話の開始時間をずらす必要がある場合は、何もしない動作をはさんだり、発話の最初に「。」を入れるなどの工夫が必要である。

## 5. 演劇の作成

演劇の作成は、台本の読み合わせを行い、メンバーでイメージを共有しながら行った。台詞や情景からロボットの発話のイントネーションや動作を決定することは、通常の演劇と同じである。ただ、wakamaruには発音しづらい台詞や、動作の限界があるため、代替となる同義の台詞や、デフォルメされた動作を用いる場合があった。また、表現内容によっては、関節の動きを速くするとモータの動作音が大きくなるため、静かな場面などは注意が必要である。

### 5.1 マイムの手法

マイムの手法の一部を「いいむろなおき」先生から御教示いただいた。教えていただいたのは一つに動きの「リズム」、もう一つは姿勢とその変化によって役の心情や情景を表現する「ミーム・コーポレル・ドラマティック」という手法である。手を使った表現をするときは、観客の視野の中心となりやすい顔の近くで動かすことで、繊細な動きでも効果が望めるようになるという手法も教えていただいたが、wakamaruの可動範囲などの問題で、今回は演劇に取り入れることができなかった。以下には演劇に取り入れたリズムとミーム・コーポレル・ドラマティックについて示す。

#### 5.1.1 リズム

リズムで表現されるのは役の心情や思考である。5つのリズムを教わったが、それぞれに対応する情景や心情は、話の流れによっても、行われる動作によっても変化するため、ここではリズムの型のみを示す。手を伸ばして何かを取る場合など、具体的なイメージを持って以下の図を見れば分かりやすいと思われる。縦軸は動作の進行スピード、横軸が時間である。

1. トックハイゾナンス

大きく動いて、あとはゆっくり動く。

2. トックヴェユトア

大きく動いて、もう一度大きく動いて、あとはゆっくり動く。

3. エズィタシオン

何かしようとするが、一旦迷って、やめる。

4. トックグローバル

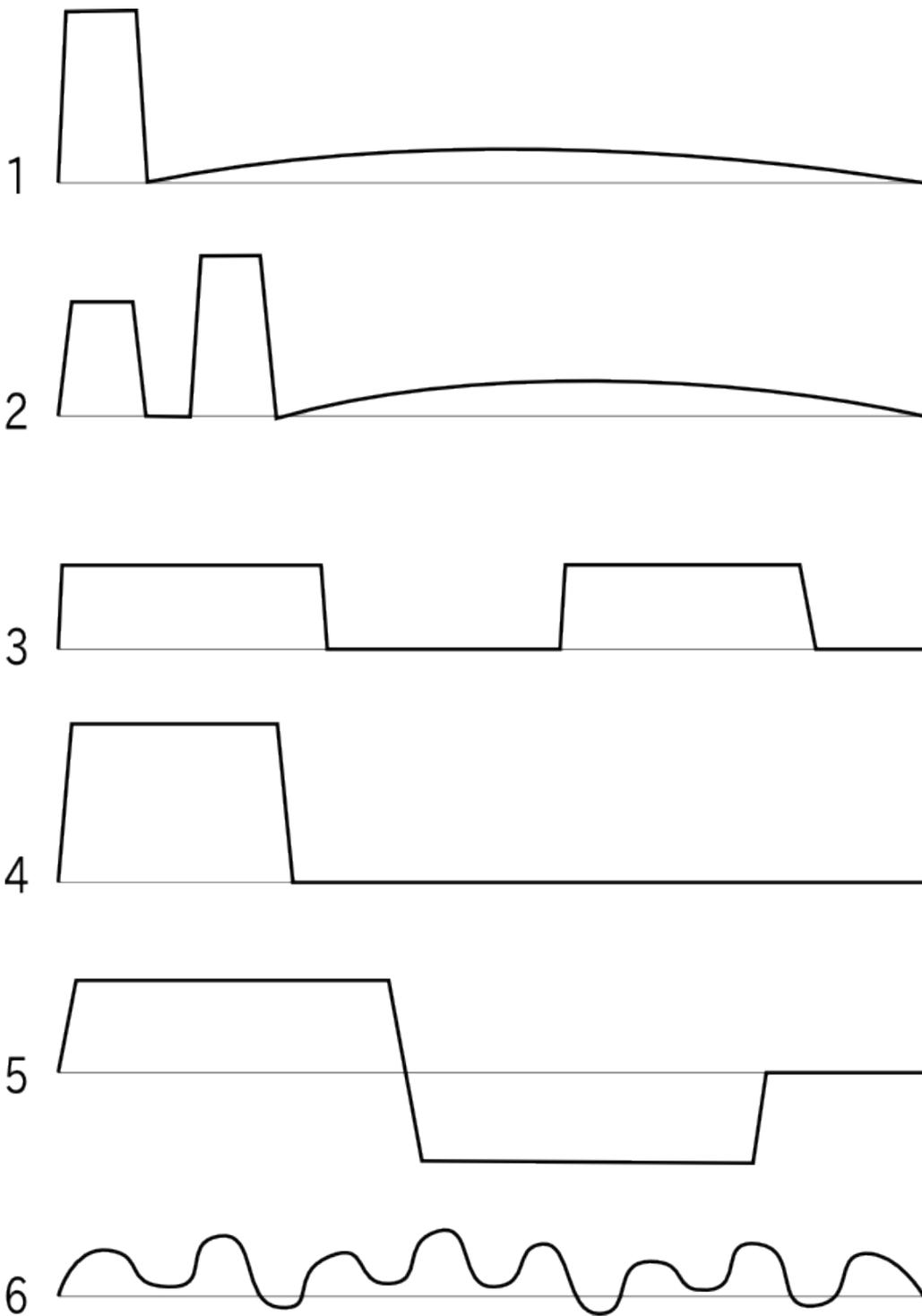
一気に何かをする。

5. アンデンデスカルゴ

何かしようとするが、やめる。

6. バイブレーション

震えながら何かをする。



7.

リズムのグラフ(縦軸:動作の進行スピード、横軸:時間)

以上がいいむろなおき先生に教わったリズムだが、演技を行う際にこのリズムを使うと言うよりは、このリズムを意識することによって、動作一つ一つを明確に定義し、それぞれの動作の進行をはっきりと意識することができるという効果が高い。普段の生活ではいろいろな事を平行して行っているため、演技でもいろいろな動作や表現を無意識に繋いでしまいがちである。しかし、それは観客への伝達が曖昧になってしまう原因になる。一つ一つの演技を明確に行うことで、伝達力の向上が見込まれると考えられる。

### 5.1.2 ミーム・コーポレル・ドラマティック

人が演技をする時、表情によって役の心情を表現しようとすることが多いが、舞台の様に観客までの距離がある場合などは表情があまり見えないことが多い。そこで舞台上で演技する場合は顔よりも大きい、体を使って表現を行うことで、伝達力を高める。マイムにはさらに、表情を用いずに体を用いて演技を行う手法があり、それがミーム・コーポレル・ドラマティックである。表情を変化させることのできないロボットには適した表現手法であると考えられる。ミーム・コーポレル・ドラマティックの基本は“まっすぐ立つ(ゼロの姿勢)”、“体の分解”、“トリプルデッサン”の三つである。この手法では主に“頭”、“胴”、“腰”という、体の中でも大きな部分の“角度”を用いて演技を行う。角度はトリプルデッサンと言われる所以である“上下”、“左右回転”、“左右傾き”3つの角度で表される。動きを図に示す。これらの角度を組み合わせた“上左回転右傾き”や“下左回転左傾き”などの、8つのポジションが基本となる。wakamaruの場合、ミーム・コーポレル・ドラマティックで重要とされる部位のうち角度を変更できるのは頭だけである。しかしwakamaruの頭はかなりなめらかに動かすことができるため表現できる表情も多いのではないかと考えられる。



## 5.2 人形浄瑠璃の手法

人形浄瑠璃の表現について桐竹勘十郎先生から御教示いただいた。人形浄瑠璃では、男女の動きに差を作ることで、性別を表現する。当然人形の顔や衣装も異なるがそれだけではない。男役の人形の動きは力強いものが多いという程度の制約だが、女役の人形は制約が厳しく、動作をすべて必ず円い軌道を描くようにする。さらに動作だけでなく肘をきつく曲げて角を立てないようにするという制約もあり、これらの制約を守ることによって女性らしさを表現する。

表現方法の少し特殊な部分としては、わざと余分な動きを入れることで、ある動作の表現力を高める、という方法が用いられている。例として挙げられたのは“怒り”の表現である。“怒り”を表現するために何かを睨むという動作をする場合、対象の方向を見るだけではなかなか睨んだ様には見えない。そこで、まず対象と逆の方向を見渡してから、少し勢いをつけて対象

を見る、という表現を行う。ロボットにこの様な表現方法を取り入れるのは難しいと考えられるが、表情で表せない部分を補う方法として考慮に入れる価値はあると考えられる。

## 5.3 その他

### 5.3.1 待機時の動作

演劇の際、舞台上に立っていても発話や動作がない時間がある。人間の場合はそのような時も完全に制止していることはなく、常にゆらいでおり、それが自然である。しかし、ロボットは動作が実行されない場合、完全に静止する。これはロボットとしては当然であり、自然な事であるが、表現力を導入して人間とのコミュニケーションを可能にすることで感性価値を付加されるロボットの場合、完全に静止している時間は無い方が良いと考えられる。なぜなら、完全に静止するものは「物体」であり、生きているものや、人格を持っているものは常にゆらいでいるからである。また人は「物体」とはコミュニケーションを行わないからである。

以上の理由から wakamaru が動作を必要としない場合にも、常に動かし続けることとなった。しかし劇の上演時間分の動作を一つ一つ作るのは非常に手間がかかる上、その動作自体には表現する事象が存在しない。そこで常時ランダムかつ微妙に動かし続けることで、時間をかけず、常に揺らいでいる状態を作り出すことにした。

ここで問題となったのがロボットの胴と手の距離である。胴の近くや、場合によっては頭の近くで待機する事となる動作は、待機時の動作の動作範囲を考慮に入れて意図しない接触が起こらないようにする必要がある。

### 5.3.2 リアリティの追求

素人が演技を行う際に不自然な演技になってしまう原因のいくつかは、今回のロボットの演技でも問題となった。

一つに発話と動作の始まりと終わりを揃えてしまう問題がある。普段の生活を注意深く観察すれば、発話と動作が同時に始まったり終わったりすることが、ほとんどないことに気がつく。演技、特にロボットの演技を作り込む際には、脚本が先にあり、台詞に合わせて動作を作成する事から、発話と動作が揃ってしまいがちである。よって、演技をより自然に見せるためには、意識的に発話と動作をずらす必要がある。

もう一つは発話している時に動きすぎてしまう問題である。ただ、この問題点は本演習の目的である表現力の向上と背反である部分もあり、今後議論が必要であると考えられる。

また、台詞と台詞の間を調節することは、舞台をリアルに見せるために非常に重要である。なぜなら稽古の際、間を 0.3 秒や 0.5 秒変化させるだけでリアリティに大きな変化が現れることが感じられたためである。

## 6. 公演

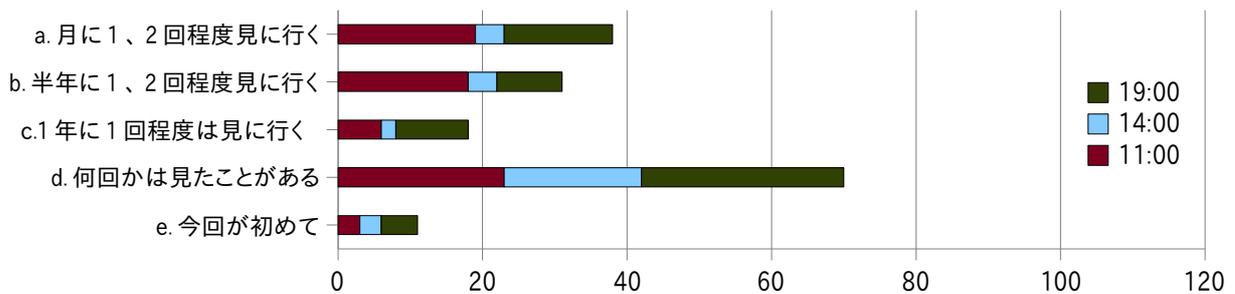
### 6.1 アンケート結果

#### アンケート集計結果

	回収数	来場者数
11:00～	69	73
14:00～	32	56
19:00～	68	110
合計	169	239

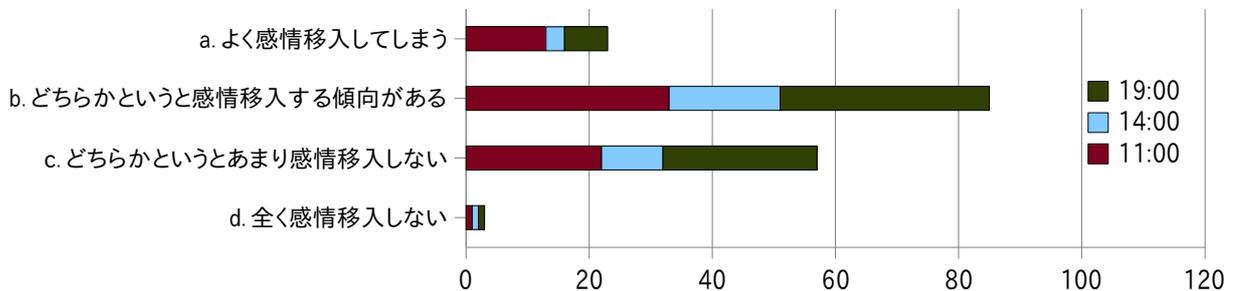
演劇をよく見に行かれますか？(一つお選びください)

項目	人数	11:00	14:00	19:00
a.月に1、2回程度見に行く	38	19	4	15
b.半年に1、2回程度見に行く	31	18	4	9
c.1年に1回程度は見に行く	18	6	2	10
d.何回かは見たことがある	70	23	19	28
e.今回が初めて	11	3	3	5



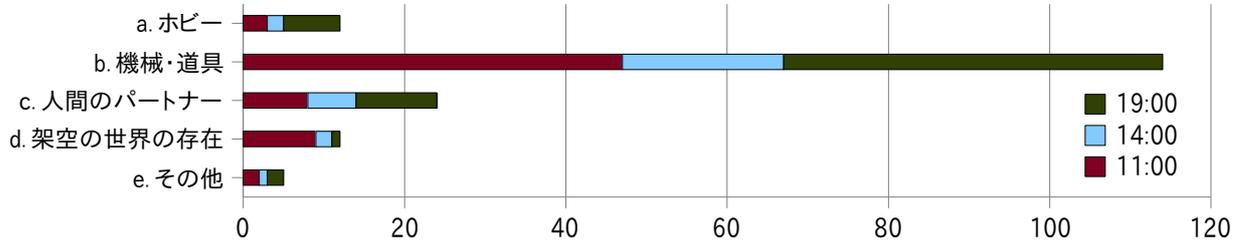
演劇などで、主役などの登場人物に、感情移入してしまうほうですか？(一つお選びください)

項目	人数	11:00	14:00	19:00
a.よく感情移入してしまう	23	13	3	7
b.どちらかという感情移入する傾向がある	85	33	18	34
c.どちらかというあまり感情移入しない	57	22	10	25
d.全く感情移入しない	3	1	1	1



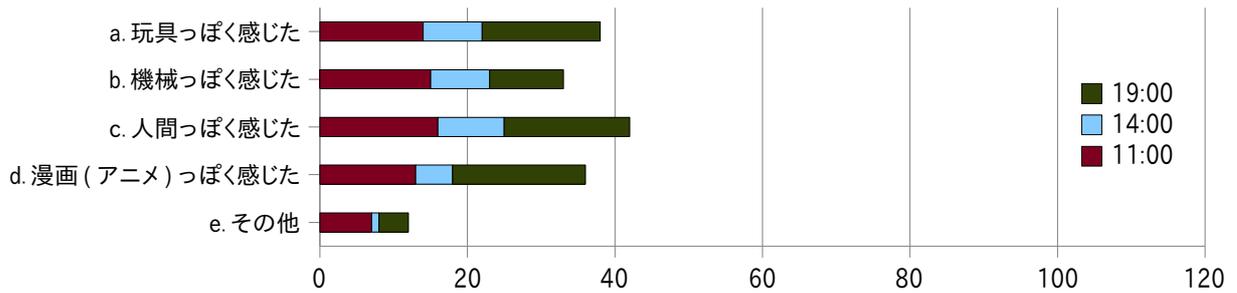
演劇を見る前の“ロボット”に対するあなたの印象を、教えてください。(一つお選びください)

項目	人数	11:00	14:00	19:00
a.ホビー	12	3	2	7
b.機械・道具	114	47	20	47
c.人間のパートナー	24	8	6	10
d.架空の世界の存在	12	9	2	1
e.その他	5	2	1	2



役者として登場した「wakamaru」を見た時の印象は、どのようなものでしたか？(一つお選びください)

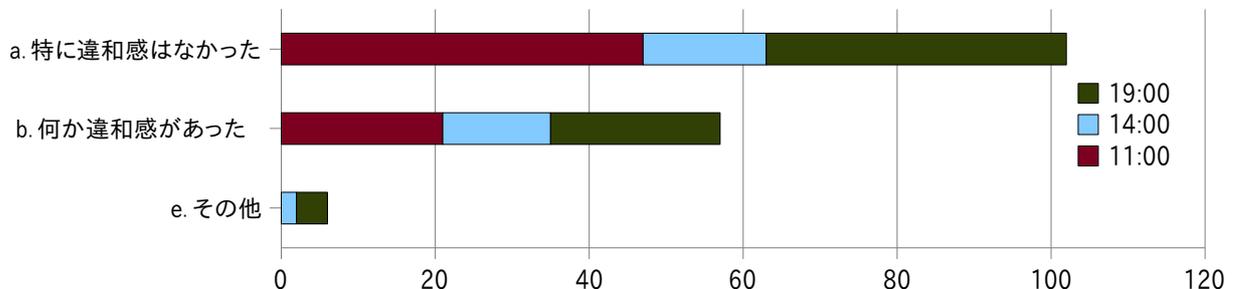
項目	人数	11:00	14:00	19:00
a.玩具っぽく感じた	38	14	8	16
b.機械っぽく感じた	33	15	8	10
c.人間っぽく感じた	42	16	9	17
d.漫画(アニメ)っぽく感じた	36	13	5	18
e.その他	12	7	1	4



それぞれのロボットの演技に関して、どのように感じましたか？(それぞれ一つずつお選びください)

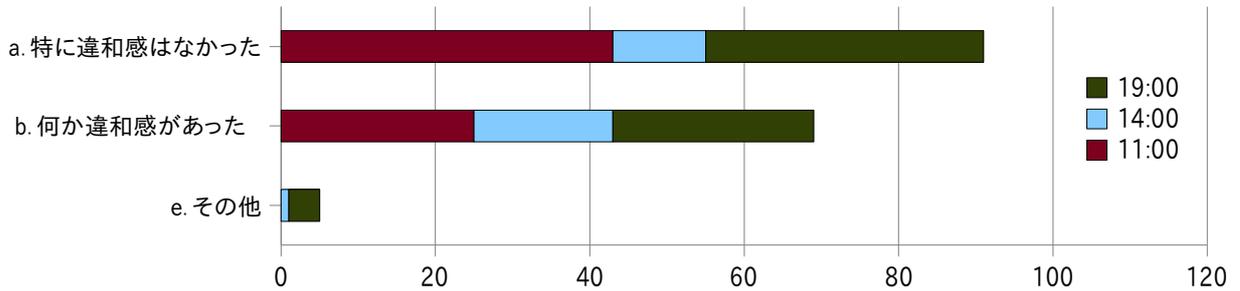
タケオ

項目	人数	11:00	14:00	19:00
a.特に違和感はなかった	102	47	16	39
b.何か違和感があった	57	21	14	22
e.その他	6	0	2	4



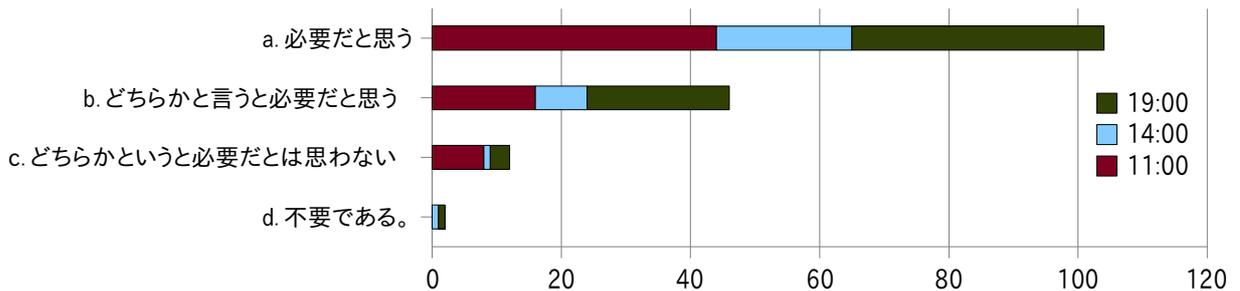
モモコ

項目	人数	11:00	14:00	19:00
a.特に違和感はなかった	91	43	12	36
b.何か違和感があった	69	25	18	26
e.その他	5	0	1	4



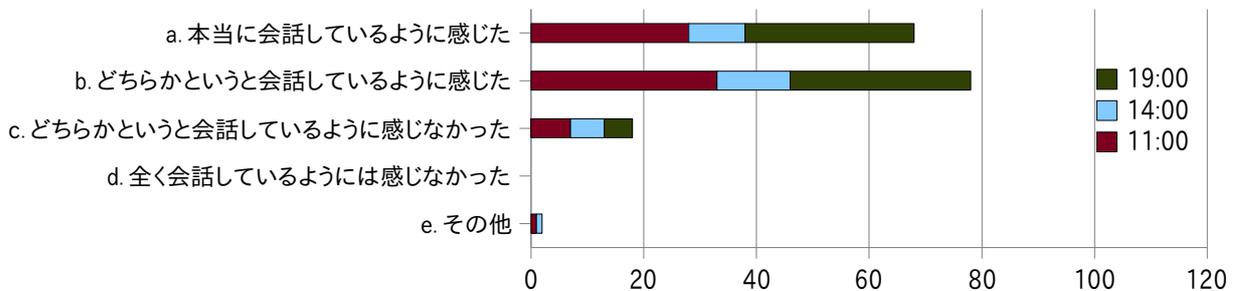
ロボットに仕草(キャラクター性を表現するような動き)は、必要だと思いますか？(一つお選びください)

項目	人数	11:00	14:00	19:00
a.必要だと思う	104	44	21	39
b.どちらかと言うと必要だと思う	46	16	8	22
c.どちらかと言うと必要だとは思わない	12	8	1	3
d.不要である。	2	0	1	1



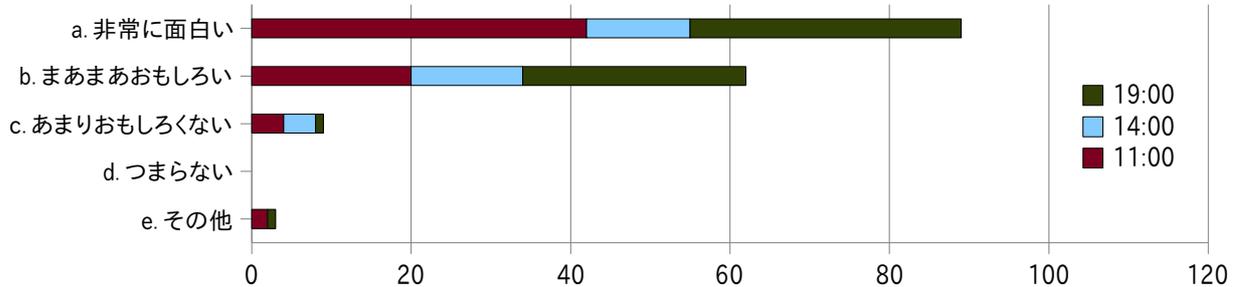
演劇中のロボットと人間との会話に関して、どのように感じましたか？(一つお選びください)

項目	人数	11:00	14:00	19:00
a.本当に会話しているように感じた	68	28	10	30
b.どちらかと言うと会話しているように感じた	78	33	13	32
c.どちらかと言うと会話しているように感じなかつた	18	7	6	5
d.全く会話しているようには感じなかつた	0	0	0	0
e.その他	2	1	1	0



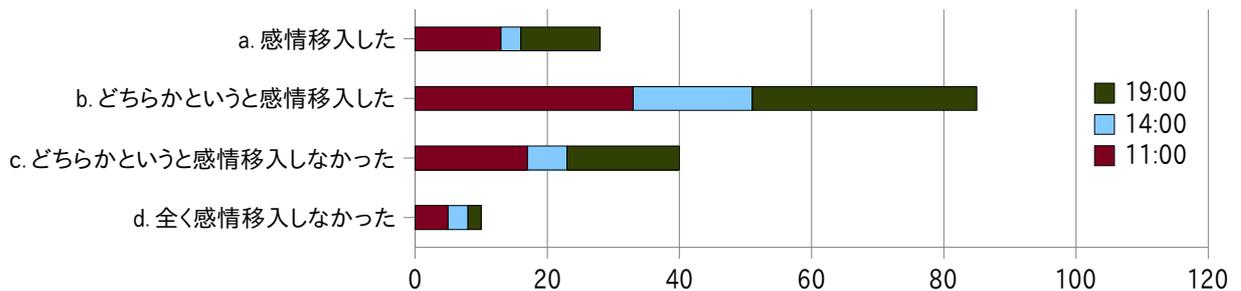
ロボットを用いた演劇に関して、どのように感じましたか？(一つお選びください)

項目	人数	11:00	14:00	19:00
a.非常に面白い	89	42	13	34
b.まあまあおもしろい	62	20	14	28
c.あまりおもしろくない	9	4	4	1
d.つまらない	0	0	0	0
e.その他	3	2	0	1



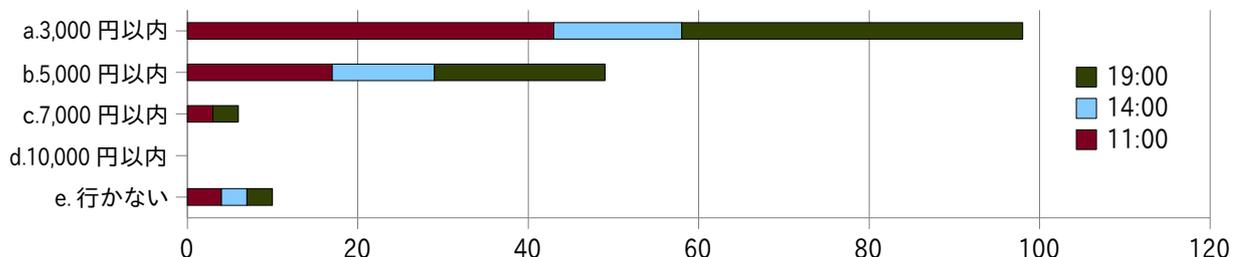
今回の演劇を見て、ロボットに感情移入しましたか？(一つお選びください)

項目	人数	11:00	14:00	19:00
a.感情移入した	28	13	3	12
b.どちらかというに感情移入した	85	33	18	34
c.どちらかというに感情移入しなかった	40	17	6	17
d.全く感情移入しなかった	10	5	3	2



ロボット演劇を見るのに、いくらまでならお金を出しますか？(一つお選びください)

項目	人数	11:00	14:00	19:00
a.3,000円以内	98	43	15	40
b.5,000円以内	49	17	12	20
c.7,000円以内	6	3	0	3
d.10,000円以内	0	0	0	0
e.行かない	10	4	3	3



その他、ご感想・ご意見などございましたらご記入ください。

- ・機能としての役割を期待しながらも、「共にいる」ことを求めていることに気づいて、驚いた。
- ・プログラム次第で人間より人間らしく、温かいロボットになるのでは？と感じました。
- ・あまりにも人間性を求めなくてもこのくらいのかんじでいいと思いました。
- ・「人間に気を使うロボット」という設定がおもしろかった。会話の面で違和感があったが、今後が楽しみ。
- ・心を持っているように感じました。会話で困っている様子が特に。しかし、会話の「間」が人間独特なようで、違和感を感じました。それでもロボットの「心」を感じたので少し怖くも思えます。
- ・実際にロボットが考え、悩んでいるように見えた。
- ・タケオがすごく人間的な動き、会話をしていておどろきました。ありがとうございました。
- ・ロボットに感情があるというより、人間の役者側がロボットに感情のあるものとして話していたので、何となく感情を感じさせられたが、ロボ単体で見た時はそうでもないように感じました。
- ・想像していた以上に自然にしゃべっていて「心」らしきものも感じれたと思う。
- ・未来にこのような場面が本当に起こるかもしれないなあと思いながら観劇すると、非常に興味深かったです。ロボットにも感情がちらついているように感じられました。
- ・ロボットが何もしていないときも常に動いていて、人間っぽくて細かいところまで再現されていることにおどろきました。
- ・ロボットと演劇の組み合わせが非常におもしろかった。
- ・人間のように感じて親近感をもったが、働けなくなるとすぐ壊したりしてしまうのかなーと思うとかわいそう。いっそのこと感情を持たないほうが社会的秩序を保てそう。
- ・多少は感情があるように感じられた。
- ・人とロボットのかかわり方に新たな可能性を感じました。
- ・会話の内容、シチュエーション次第でロボットにも感情移入できるのだと子供の頃から思っていたことを実感した。すばらしかった！
- ・表情はないはずなのにあるように見えた。ロボットに人間の感情を理解するのはむずかしいだろうと思う。
- ・すばらしいプロジェクトでした。見えたのは人の心でした。おつかれさまです。
- ・「人間はむずかしい」というセリフが印象的でした。ロボットの心は感じましたし、もしかするとロボットの方が人間よりずっと正確な心を持っているのかもしれないと思いました。
- ・人間もロボットもコミュニケーションとしてのONとOFFをどうするのか？でもおもしろかった。
- ・知性を持っているように感じました。前の会社の受付にwakamaruくんがいましたので、なつかしかったです。接していると子供のように感じ、感情移入しました。

## 6.2 考察

ロボットの演技に関して違和感が無かったかという質問に対して、タケオ、モモコのどちらについても、特に違和感が無かったと答えているアンケートが多いことから、ロボットを用いる演劇は概ね観客に受け入れられたと考えられる。またロボットに仕草が必要かと言う問いに対して、必要だ、どちらかというとも必要と答えているアンケートが大多数を占めており、今回の演劇で設定した家庭内において人間と共に生活するロボットには表現力が求められていることが分かる。また、今回の演劇で目指したものの一つであるリアリティの追求についても、ロボットと人間が会話しているように感じた、どちらかといえば感じた、と答えているアンケートがほとんどであり、達成されていると考えられる。ロボットと演技を行ってもらった役者の方に、「演技中、ロボットと話しているような気になることがありますか」という問いに対し、「ある。人と演技をするのと変わらない」と言う。これは、演劇ではロボットに人格を与えることが十分に可能であることを示唆している。意見・感想では、ロボットに感情があるように見えたと言う意見が多数あり、観客との間に共感が生まれていることが分かる。つまり、本演習の課題である、「ロボットへの慣性価値の付加」が達成されていると言える。また、ロボットと人間の在り方について考える意見も多数あったことから、人とロボットの関係の“一つの可能性”を示すことに成功したと考えられる。

## 7. まとめ

本演習ではロボットへの芸術的表現の導入を行い、ロボットに慣性価値を付加した。これらの実証実験を行うため、演劇を公演した。公演を行うにあたり、開演から終演まで中断することができないという演劇の性質から、リスクを回避するためのシステムを提案した。また、wakamaru の操作性向上のために GUI を作成した。

## 謝辞

本演習を終えるに臨み、始終暖かいご指導、ご鞭撻を賜り、並々ならぬ御援助をしてくださいました(株)イーガーの黒木一成会長に深く感謝いたします。

本演習の遂行にあたり、多くの助言、助力を頂きました(株)イーガーの窪田修司氏、ならびに山下剛氏に深く感謝いたします。

また、本演習の遂行にあたり、多くの助言、多大なる助力を頂きました石黒浩教授、小泉智史特任准教授、池田徹志特任助教に深く感謝いたします。

また、本演習の遂行にあたり、多くの助言、助力と暖かい励ましを頂きました、野上大輔氏に心より感謝致します。

本演習の題目にもあります芸能表現の導入にご助力頂きました、いいむろなおき氏、桐竹勘十郎氏に深く感謝いたします。

本演習の成果となりました演劇の公演に大変なご助力を頂きました、平田オリザ氏、青年団の皆様に深く感謝いたします。

また、演劇の公演の会場となった懐徳堂で大変お世話になりました、懐徳堂スタッフの皆様、心より感謝いたします。

最後に、ここには書ききれなかった方々を含め、本演習の中でお世話になったすべての方に心より感謝いたします。