

# ユニバーサル人形劇システムにおける 吹き出し型字幕の検討

江草遼平<sup>†1</sup> 川口漱也<sup>†2</sup> 酒井嗣之介<sup>†2</sup>  
楠房子<sup>†3</sup> 生田目美紀<sup>†4</sup> 溝口博<sup>†2</sup> 稲垣成哲<sup>†1</sup>

**概要:**本研究では、聴覚障害者の鑑賞に対応したユニバーサル人形劇システムの吹き出し型字幕の提示方法について、表示位置の側面から機能開発を行った。開発された機能は、吹き出し型字幕の自動追従機能である。これは、人形操作者の身体位置情報を測定し、その情報に基づいて吹き出し型字幕の提示位置を人形の近傍に決定する機能である。これにより、人形の動きの情報と吹き出しによる字幕情報を同時に読み取りやすい環境を鑑賞者に提供することができる。また、人形の陰が吹き出し型字幕の読み取りを阻害する可能性を低減することができると考えられる。聴覚障害者のある大学生を対象とした評価実験の予備的な結果分析から、自動追従機能が吹き出しの内容理解、人形の挙動との同時認識、発話キャラクターの識別において、吹き出し型字幕の位置追従機能が肯定的に評価されていることがわかった。

## Examining the feature of balloons presentation on Universal Puppetry System

**Abstract:**In this research, we developed a novel feature of dialogue presentation of the Universal Puppet Theater System corresponding to the viewing of the hearing impaired people. The developed feature is the automatic follow-up feature for balloon dialogues. This is a feature of measuring the body position information of the doll operator and determining the presentation position of the balloons based on the information. Thus, it is possible to provide the viewer with an environment in which the information of the movement of the doll and the dialogue information simultaneously. It is also possible to reduce the possibility that the shade of the doll obstructs reading of the balloons. We conducted the evaluation experiment with the university student with the hearing impaired. Preliminary analysis of the result shows that the automatic follow-up feature can help people with hearing impaired understand the contents of the balloon, simultaneously recognize it with the behavior of the doll, identified which character is speaking.

RYOHEI EGUSA<sup>†1</sup> KAGAGUCHI SHUYA<sup>†2</sup> SAKAI TSUGUNOSUKE<sup>†2</sup>  
FUSAKO KUSUNOKI<sup>†3</sup> MIKI NAMATAME<sup>†4</sup>  
HIROSHI MIZOGUCHI<sup>†2</sup> SHIGENORI INAGAKI<sup>†1</sup>

### 1. はじめに

人形劇は子どもにとって親しみ深い文化体験の1つであり、認知的、社会的、情動的、身体的発達を促す重要なものである[1]。イギリスのパンチや、フランスのギニョール、チェコのマリオネットなど、豊かな人形劇文化が各国に根付いている[2]。日本における現代人形劇は、1900年ごろのダーク座による公演に端を発し、倉橋惣三による普及活動の結果、幼児教育における立場を確立している[3]。そのため、多くの日本人にとっても、馴染み深い文化の一つであ

るといえる。

しかし、台詞や背景音楽等、音声情報が重要である人形劇は、聴覚障害児にとって鑑賞が難しいものである。にもかかわらず、人形劇の分野において、聴覚障害児への情報保障機能を搭載したシステムの開発に関する研究は、管見の限り少ない。そこで我々は、聴覚障害児の鑑賞に対応したユニバーサル人形劇システムの開発を行ってきた。

ユニバーサル人形劇システムは、情報保障機能として台詞投影機能と物語参加機能の2つを備えるシステムであった[4]。台詞投影機能は、吹き出し型字幕を背景のアニメーションコンテンツに文字情報として表示し音声情報の保障を行う機能である。吹き出し型字幕は、あらかじめ人形劇の背景アニメーションに設定されており、人形操作者が吹き出しの位置に合わせて人形を動かすものであった。物語参加機能は、鑑賞者が鑑賞の途中で物語の展開を選択することによって、インタラクション体験を保障するためのもの

†1 神戸大学  
Kobe University  
†2 東京理科大学  
Tokyo University of Science  
†3 多摩美術大学  
Tama Art University  
†4 筑波技術大学  
Tsukuba University of Technology

のであった。物語参加機能においては、距離画像センサを用いることで、身体動作をコミュニケーション手段とする方法を採用した。両機能とも、聴覚障害児の人形劇鑑賞支援を意図したものであり、健常児と聴覚障害児が同じ人形劇を鑑賞できることをねらいとしている。予備的な評価実験では、聴覚障害のある大学生と健聴な大学生を対象としてシステムのユーザビリティについて検討を行っている[5]。その結果、台詞投影機能、物語参加機能の双方において聴覚障害のある大学生、健常な大学生ともに肯定的な評価をしていることがわかった。

このように、吹き出し型字幕投影は、人形劇における情報保障手段として有効なことが明らかにされているものの、その表示方法には改善の必要があった。その理由として、吹き出しの表示位置があらかじめ決定されていることがあげられる。人形操作者は、表示された吹き出しの位置に合わせて人形の位置を修正しなければならず、必然的に吹き出しに対する適切な人形の位置取りに時間的な遅れが生じる。また、吹き出しと人形の位置は、人形操作者から見た状態と鑑賞者の視点とでは、異なった見え方をしている。これらにより、次の3つの情報ロスの可能性が指摘できる。1つ目は、鑑賞者が吹き出しを読み始める段階で吹き出しと人形の位置が離れていることで、人形の動きを見落とす可能性である。2つ目は、吹き出しと人形の位置が定まらないことにより、表示された吹き出しがどのキャラクターと対応するのか不明瞭になる可能性である。3つ目は、吹き出しとキャラクターが重なってしまい、鑑賞者の視点から台詞の読み取りができない可能性である。以上の情報ロスの可能性を低減するために、吹き出しの位置が人形の位置にあわせてリアルタイムに決定される吹き出し型字幕の自動追従機能の開発が必要であると考えられる。

本研究では、台詞投影機能のユーザビリティの向上をねらいとして、吹き出し型字幕の自動追従機能を開発した。また、聴覚障害のある大学生を対象とした同機能の情報保障における有効性の検討を行った。本稿では、開発した吹き出し型字幕システムの詳細、評価実験の概要及び予備的な評価分析の結果について報告する。

## 2. 関連研究

音声情報の文字化は、音声情報保障技術の中でも多く検討される方法である。高等教育の現場では、講師による口頭教授をリアルタイムに情報保障する技術が開発されている[6]。これは、複数名の専門の翻訳者が、音声取得した情報を文字情報へと変換し、モニタ上に字幕として表示するものである。

文字化された音声情報は、話者が複数名の際に発話内容との対応付けに困難が生じるという問題がある。そこで、セミナーのように複数の話者が連続して喋る可能性のある

場面において、それぞれの話者を識別できるかたちで、音声情報を文字情報へと変換する技術が開発されている[7]。これは、複数のマイクで収集した音声を音声認識技術で文字情報に変換し、タイピストによる修正を行ったあと、話者を示した形で呈示する方法であり、多数の人間がやり取りを行う状況でも正確に音声情報を保障することができる。話者と発話内容の対応付けに関しては、文字化された音声情報を吹き出しとして表示する方法がある[8]。この方法は、一見するだけで発話者と発言を容易に結びつけることができる点で優れており、人形劇などのエンターテインメントにおいてもその有効性が期待できる。

吹き出しの利用については、演劇における音声情報保障技術の開発がある[9]。複数の演者が同一の舞台上で発言を行う際でも、正確に発話者と発言を結びつけることができる技術として提案がなされている。しかしながら、吹き出しを提供する領域が舞台中央に固定されており、演出上の制限となることが課題とされている。また、聴覚障害児を中心的なユーザに想定する人形劇においてこの技術を転用するにあたり、聴覚障害児の利用における情報保障性について検討する必要があるといえる。

## 3. 自動追従機能のデザイン

システムの基本的な構成は、紙人形と呼ばれる平面的な人形を利用した人形劇を基にしている。キャラクターは全2体である。

図1は、舞台の構成を示している。舞台はスクリーン、プロジェクタ、PC、距離画像センサで構成されている。人形操作者は1人1体のキャラクターを操作する。アニメーション操作者は、PCによる背景アニメーションの操作、距離画像センサの制御を担当する。背景アニメーションコンテンツは、Adobe社のFlashによって制作した。背景アニメーションは、プロジェクタによってスクリーンに投影される。

図2は、舞台環境の概要である。スクリーンは横1.8mであった。鑑賞者は、スクリーンから3m以上離れて鑑賞を行う。これは、スクリーンに対し正面から人形劇を鑑賞させることで、吹き出しと人形の干渉を防ぐためである。

図3は、吹き出し型字幕の自動追従機能のセッティングである。機能の制御には、距離画像センサとしてKinectセンサを用いている。Kinectセンサによる認識領域は、3mの距離から縦4000mm、横3300mmである。機能においては、認識領域は幅500mmの任意の数の小領域に分割することができる(最大6)。小領域の幅、最大数は任意の数値で設定することができるが、人形操作者の手のブレによる予期せぬ吹き出しの表示位置変化を抑えるため、500mmとした。自動追従機能の仕組みは以下の通りである。まず、認識領域内における人形操作者の手の位置をトラッキングする。

次に、補足された人形操作者の手が小領域 1~N における位置かを判別する。最後に、吹き出し型字幕が吹き出し表示領域としてのスクリーンにおける対応した小領域の上部に表示される。人形操作者のトラッキング情報には個別の ID が設定されており、事前に設定された台詞の発話者情報と対応させることで、別のキャラクターの台詞と結びつけられることを防いでいる。上部に表示するのは、人形との干渉を防ぎ可読性を確保するためである。図 4 は、吹き出し型字幕の自動追従機能の実際の利用場面である。図 4 上の画像では、左側の人形の位置に対し、直上部に吹き出し型字幕が表示されている。図 4 下の画像では、舞台向かって左側の人形がより舞台の左端に移動しており、スクリーンの左端に吹き出しが表示されている。人形の位置に合わせた位置で吹き出しが表示されるため、人形の動作と吹き出しの読み取りがしやすく、また、発話キャラクターの識別が容易である。

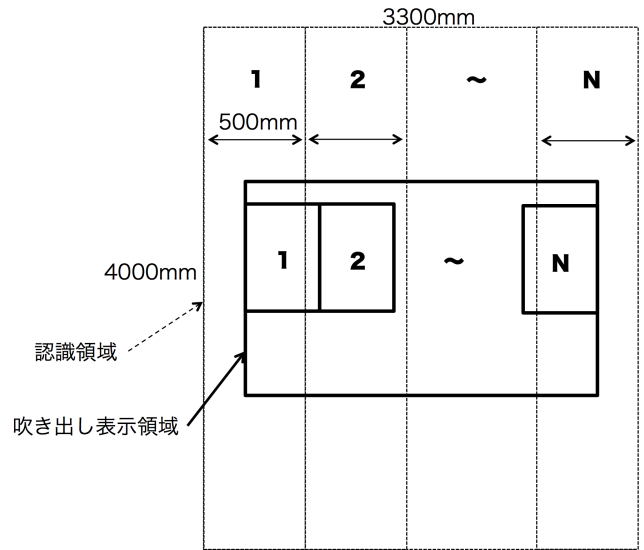


図 3 自動追従機能の仕様

Figure 3 The Setting of the Feature of the Auto Tracking Balloons Presentation.

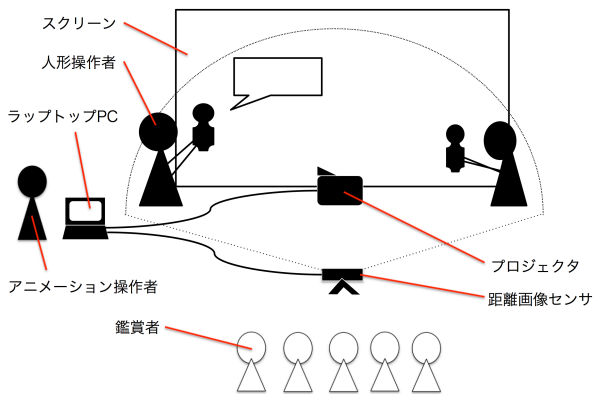


図 1 舞台の構成

Figure 1 The Framework of the Stage.

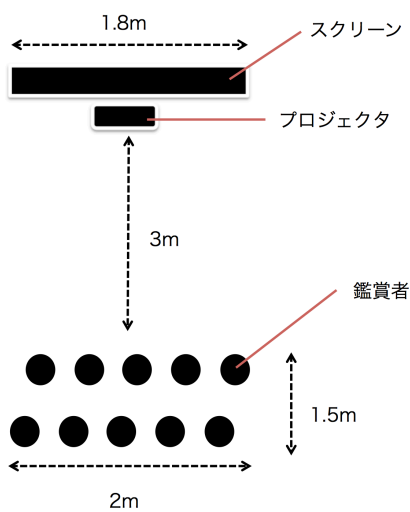


図 2 舞台の環境

Figure 2 The Setting of the Stage.

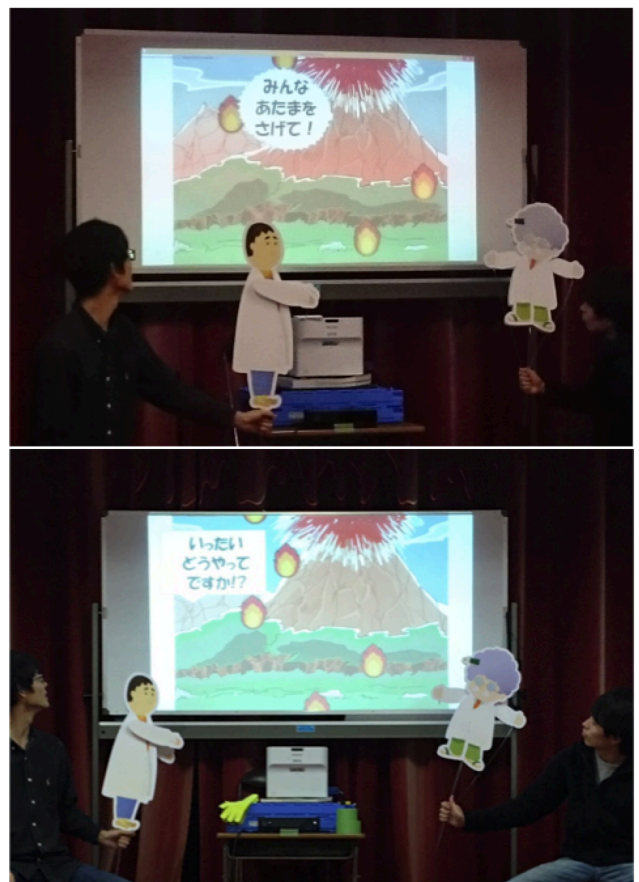


図 4 自動追従機能の利用場面

Figure 4 The Scene of the Automatic Follow-up Feature for Balloon Dialogues.

## 4. 評価実験

### 4.1 方法

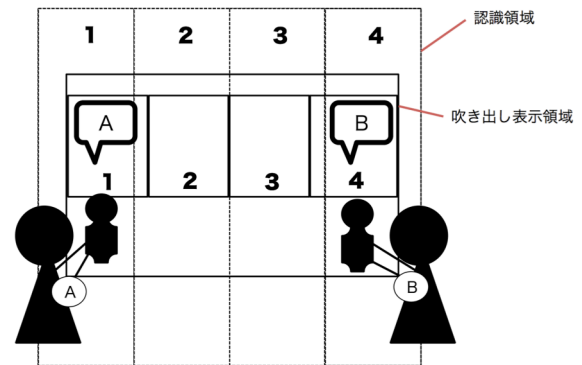
参加者：聴覚障害のある大学生 10 名

手続き：評価実験は、位置に関する実験、形状に関する実験の 2 種類が行われた。位置に関する実験の手順は、以下の通りである。まず、吹き出しの位置追従機能を実装した新システムと、吹き出しの位置があらかじめ固定されている台詞投影機能を実装した旧システムを用意した。次に、人形劇の短いシーンを 5 つ設定した。各シーンでは、登場キャラクターが 2 体、5~6 フレーズの会話とシチュエーションに沿った動作を行う。参加者は、同じシーンについて新システムで上演されるもの、旧システムで上演されるものをそれぞれ鑑賞した。鑑賞の順序は、新システム→旧システムの順番であった。参加者は、各シーンを鑑賞後すぐに吹き出し型字幕の UI に関する質問紙に回答を行った。同様の手順を、新システム、旧システム毎に 5 シーンずつ繰り返した。シーン 1~5 について詳細を述べる。図 5 は、実験に使用した 2 つのシステムにおける吹き出しの表示の差を示したものである。新システムにおいて、全てのシーンで吹き出し表示領域は 1~4 の 4 つに設定されていた。距離画像センサが認識領域中の人形操作者個別の身体位置情報を測定し、対応した吹き出し表示領域に吹き出しが表示される構成であった。吹き出し表示領域 1 はスクリーン左端、吹き出し表示領域 4 はスクリーン右端である。旧システムでは、吹き出し型字幕は常に舞台中央付近で固定されていた。表示位置は、新システムの吹き出し表示領域において 2 及び 3 に対応する位置であった。

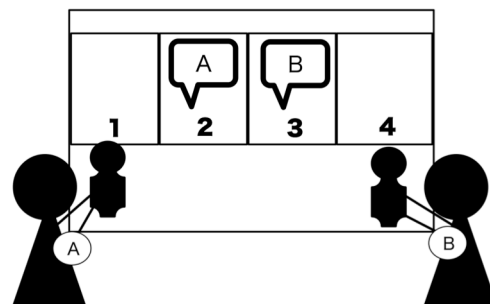
シーン 1 では、キャラクターが一体登場する。キャラクターは舞台向かって左端から舞台中央へと移動する。新システムでは、吹き出しの位置は次のように自動的に変化する。1-1) キャラクターが舞台向かって左端にいるとき、吹き出し表示領域は 1。1-2) キャラクターが舞台中央にいるとき、吹き出し表示領域は 2。旧システムでは、吹き出しは表示領域 2 の位置に固定されていた。

シーン 2 では、キャラクターは 2 体登場する。キャラクター A は舞台向かって左端、キャラクター B は隠れており、キャラクター A の呼びかけと同時に舞台向かって右端に登場する。新システムでは、吹き出しの位置は次のように自動的に変化する。2-1) キャラクター A が舞台向かって左端で台詞を喋っているときは、表示領域は 1。2-2) キャラクター B が舞台向かって右端に登場し、台詞を喋ると、キャラクター B の吹き出しは表示領域 4 に表示される。2-3) キャラクター A とキャラクター B は交互に台詞を発する。旧システムでは、キャラクター A の吹き出しは表示領域 2、キャラクター B の吹き出しは表示領域 3 に固定されていた。

シーン 3 では、キャラクターは 2 体登場する。キャラクター A は、舞台向かって左端にいる。キャラクター B は、



新システムでは、吹き出し型字幕の位置は人形操作者が測定された位置と対応する表示領域に表示される



旧システムでは、吹き出し型字幕の位置は常に舞台中央付近 (Aの吹き出しは2, Bの吹き出しは3の位置) に表示されている

図 5 上：新システムにおける吹き出しの表示位置

下：旧システムにおける吹き出しの表示位置

Figure 5 Upper Figure: Presentation Position of the Balloons by New System.

Lower Figure: Presentation Position of the Balloons by Conventional System.

舞台向かって右端から中央近くまで移動し、また舞台向かって右端に移動する。この間、キャラクター B は台詞を話し続けている。新システムでは、吹き出しの位置は次のように自動的に変化する。3-1) キャラクター B が舞台向かって右端で台詞を発しているとき、吹き出しは表示領域 4 に表示。3-2) キャラクター B が舞台中央に向けて移動してから台詞を発したとき、吹き出しは表示領域 3 に表示。3-3) キャラクター B が舞台向かって右端に戻り台詞を発しているとき、吹き出しは表示領域 4 に表示。旧システムでは、キャラクター A の吹き出しは表示領域 2、キャラクター B の吹き出しは表示領域 3 に固定されていた。

シーン 4 では、キャラクターは 2 体登場する。キャラクター A は、舞台向かって左端にいる。キャラクター B は、舞台向かって右端にいる。キャラクター A は、シーンの途中で舞台中央に移動する。新システムにおける吹き出しの表示位置は、以下のようになる。4-1) キャラクター A が舞台向かって左端にいるとき、キャラクター A の吹き出しの

表 1 聴覚障害のある大学生による主観的評価の結果

Table 1 Investigation results of the subjective evaluation by the deaf children: balloon aspects.

位置	新システム	旧システム	どちらでもない
吹き出しの内容がより理解できた	6	2	2
吹き出しが読みやすかった	5	3	2
吹き出しの位置はちょうどよかった	8	1	1
吹き出しと人形の動きを合わせてみる事ができた	7	1	2
発話キャラクターがわかった	7	1	2

新システム：自動追従機能を実装したシステム，旧システム：吹き出しの位置があらかじめ固定されているシステム  
 N=10

表示領域は 1. 4-2) キャラクターB が舞台向かって右端にいるとき、吹き出しの表示位置は表示領域 4. 4-3) キャラクターA が舞台中央に移動したとき、キャラクターA の吹き出しの表示領域は 2. 旧システムでは、キャラクターA の吹き出しは表示領域 2、キャラクターB の吹き出しは表示領域 3 に固定されていた。

シーン 5 では、キャラクターは 2 体登場する。キャラクターA は、舞台向かって左端にいる。キャラクターB は、舞台向かって右端にいる。キャラクターA は、シーンの途中で舞台中央を大きく超えて舞台向かって右側に移動する。新システムにおける吹き出しの位置の変化は、以下の通りである。5-1) キャラクターA が舞台向かって左端にいるとき、キャラクターA の吹き出しの表示領域は 1. 5-2) キャラクターB が舞台向かって右端にいるとき、吹き出しの表示位置は表示領域 4. 5-3) キャラクターA が舞台中央を超えて舞台向かって右側に移動したとき、吹き出しの表示領域は 3. 旧システムでは、吹き出しは表示領域 2 の位置に固定されていた。

鑑賞終了後、新システム、旧システムのいずれが、吹き出しの内容理解、人形の挙動との同時認識、発話キャラクターの識別において優れているか尋ねる比較評価調査を行った。本稿では、この比較調査の結果について述べる。

#### 4.2 結果

表 1 は、比較評価調査の結果をまとめたものである。全ての項目で、自動追従機能を実装したシステム（新システム）が吹き出しの位置があらかじめ固定されているシステム（旧システム）に比べて肯定的に評価されている。吹き出しの内容理解に関する項目、「吹き出しの内容がより理解できた」、「吹き出しが読みやすかった」では、新システムがやや肯定的に捉えられているものの、旧システムあるいはどちらでもないを選択した人数が半数程度より、その差はあまり見られなかった。

人形の挙動との同時認識に関する項目、「吹き出しの位置はちょうどよかった」、「吹き出しと人形の動きを合わせて見る事ができた」では、新システムを選択した人数が 7 割を超えており、肯定的な評価が支配的であることがわか

った。発話キャラクターの識別に関する項目「発話キャラクターがわかった」でも、同様に新システムを選択した人数が 7 割を超えており、肯定的な評価が支配的であった。

#### 5. 考察

本研究では、台詞投影機能のユーザビリティの向上をねらいとした吹き出し型字幕の自動追従機能の開発を行った。評価実験の結果に関する予備的な分析では、吹き出しの内容理解、人形の挙動との同時認識、発話キャラクターの識別において、吹き出し型字幕の位置追従機能が肯定的に評価されていることがわかった。

吹き出しの内容理解では、吹き出し型字幕の位置追従機能に肯定的な評価をした人数は、全体の半数程度であった。この結果について、従来のシステムとの差があまり見受けられないが、その理由として以下のことが考えられる。今回の実験では、表示される吹き出し型字幕の形や内容に児童用の人形劇のものを用いていた。また、評価実験で用いた 2 つのシステムで、吹き出し型字幕自体の条件は同一であった。このため、聴覚障害のある大学生にとって内容の読み取りが難しくなかったものと考えられる。

人形の挙動との同時認識、発話キャラクターの識別においては、吹き出し型字幕の位置追従機能に肯定的な評価をした人数は全体の 7 割以上であった。これは、吹き出しの位置が人形に対して適切に設定されたため、人形の挙動や発話キャラクターの識別に関する情報ロスが低減された結果であると考えられる。

以上より、人形劇における音声情報保障手段として、吹き出し型字幕の位置追従機能の有効性が示唆される結果となった。今後の課題として、評価実験の継続とデータの収集を行い、吹き出し型字幕の位置追従機能の情報保障における有効性について、より詳細な分析を行う必要がある。

**謝辞** 実験にご協力いただきました筑波技術大学の学生、教職員の皆様に謹んで感謝の意を表します。本研究はJSPS 科研費 26282061, 16K12758, 15J00608 の助成を受けたものです。

## 引用文献

- [1] Hunt, T., & Renfro, N. Puppetry in Early Childhood Education. Nancy Renfro Studios, Austin, TX, 1982.
- [2] 加藤暁子: 人形の国のガリバーさん-チェコの人形劇に学んで. 中公新書, 1978.
- [3] 加藤暁子: 日本の人形劇 1867-2007. 法政大学出版局, 2007.
- [4] Egusa, R., Wada, K., Adachi, T., Goseki, M., Namatame, M., Kusunoki, F., Mizoguchi, H., & Inagaki, S.: Evaluation of Interactive Puppet Theater based on inclusive design methods a case study of students at elementary school for the deaf. In J. P. Hourcade., E. A. Miller, & A. Egeland (Eds.), proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children. 2013, pp.467-470, New York, NY, USA: ACM,.
- [5] 楠房子, 和田久美子, 江草遼平, 後関政史, 足立孝之, 溝口博, 生田目美紀, 稲垣成哲: インクルーシブデザインに基づいたインタラクティブな人形劇の開発と実践, 電子情報通信学会論文誌. 2013, No.96-D, Vol.1, 61-69.
- [6] 石原保志, 小林正幸, 内藤一郎, 村上裕史, 加藤伸子, 皆川洋喜: 大学等の講義における聴覚障害者を対象とした情報保障の方法論的検討-手話通訳・リアルタイム文字呈示・要約解説の比較-, 電子情報通信学会技術研究報告教育工学. 2001. Vol.100, No.600, pp.7-13.
- [7] Wald, M.: Captioning Multiple Speakers using Speech Recognition to Assist Disabled People. In K. Miesenberger, J. Klaus, W. Zagler, & A. Karshmer (Eds), Proceedings of the 11th international conference on Computers Helping People with Special Needs. 2008, pp.617-623. Linz, Austria: Springer.
- [8] Hisaki, I., Nanjo, H., & Yoshimi, T: Evaluation of Speech Balloon Captions for Auditory Information Support in Small Meetings. In M. Burgess, J. Davey, C. Don, & T. McMinn (Eds), Proceedings of the 20th International Congress on Acoustics. 2010, pp.1-5, Sydney, Australia: Australian Acoustical Society.
- [9] 紺家裕子, 椎尾一郎: パリアフリー演劇における聴覚障害者向け情報表示方法, ヒューマンインターフェース学会論文. 2012, No.14, Vol.4, pp.9-16.