

インクルーシブデザインに基づいた 台詞投影機能と物語参加機能を備えた人形劇の評価

江草遼平^{†1} 足立孝之^{†2} 中山智裕^{†2}
楠房子^{†3} 生田目美紀^{†4} 溝口博^{†2} 稲垣成哲^{†1}

本研究では、インクルーシブデザインに基づいた、聴覚障害児の鑑賞に対応した人形劇システムである Puppet Theater の評価結果を報告する。Puppet Theater は、台詞情報を文字として可視化、投影することで音声情報を保障する台詞投影機能と、身体動作を用いて物語に参加する物語参加機能の2つの特徴を備えている。聴覚障害児及び健聴児を独立の対象とした評価実験の結果から、Puppet Theater が聴覚障害児、健常児に対し、物語の世界への没入を促し、楽しい鑑賞体験を支援すること、またそれらが聴覚障害児にとって、健常児と同程度になるように保障されていることがわかった。

Evaluation of the Interactive Puppet Theater Based on Inclusive Design Method

RYOHEI EGUSA^{†1} TAKAYUKI ADACHI^{†2} TOMOHIRO NAKAYAMA^{†2}
FUSAKO KUSUNOKI^{†3} MIKI NAMATAME^{†4}
HIROSHI MIZOGUCHI^{†2} SHIGENORI INAGAKI^{†1}

In this study, we report the results of the evaluation experiments to determine whether Puppet Theater, a puppetry system designed for deaf children to enhance their enjoyment of performances. Puppet Theater is equipped with two features: a function that ensures the transmission of information by textualizing dialogue information and a function that encourages deaf children to engage with the story by using physical movements. The results obtained from the experiments revealed that Puppet Theater could be an effective way to ensure that both of deaf and normal-hearing children acquire information when they view puppet theaters, to encourage them to engage in the story setting, and to assist them in having an enjoyable viewing experience equally.

1. はじめに

人形劇は、多くの日本人にとって、馴染み深い文化の一つである。その理由として、人形劇が教育活動における有効な手段であると考えられていることが挙げられる。幼児教育における表現活動、特に人形劇の役割についての研究では、表現に関する保育が幼児教育において重要であること、また、それに関わって保育実践者が人形劇の表現教育的側面に肯定的な評価をしていることが明らかにされている[1]。小学校においても、児童が人形劇に関わることの情操教育的意義についての研究が為されている[2]。

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、インクルーシブデザイン手

法に基づき、健常児だけでなく聴覚障害児の鑑賞にも対応した人形劇システムの開発を行ってきた。

インクルーシブデザイン手法とは、製品やサービスのデザイン対象を拡張し、可能な限り多くの人々をターゲットとするデザイン手法である[3]。すなわち、高齢者や障害者といった、従来ではプロダクトのデザインによって潜在的に排除されてきた層を、デザインの中心に据える手法の一つである。人口の高齢化や障害者をメインストリームに統合する傾向の増大に伴い、デザインの領域において、インクルーシブデザイン手法が注目されるようになった。

インクルーシブデザイン手法において特徴的なことは、デザインプロセスにユーザを積極的に関与させる点である。デザインプロセスにおいては、刻々と変化するユーザのニーズに対応する必要がある。そのため、プロダクトの開発においては、対象とするユーザだけではなく、対象との境界線上にあるユーザにも焦点を当て、評価と開発をくり返すことが重要である[4]。

この考えに基づき、まず、我々は、聴覚障害児と健常児双方の鑑賞に対応した人形劇システムとして、Puppet Theater のプロトタイプを開発した[5]。Puppet Theater は、台詞投影機能と物語参加機能の2つを備えていた。台詞投影機能は、台詞を背景のアニメーションコンテンツに

^{†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

文字情報として表示し、音声情報の保障を行う機能であり、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、物語の世界への没入を支援するためのものであった。健常児を対象とした評価実験の結果、物語参加機能が、健常児の物語の世界への没入を伴う鑑賞体験を有効に支援することが明らかとなった[6]。

この結果をもとに、物語参加機能を聴覚障害児においても利用しやすいように改良した **Puppet Theater** を開発した[7]。これは、距離画像センサーを用いることで、鑑賞者が身体動作を用いて物語に参加することができる機能を実装したものである。大学生を対象にした予備的な評価実験では、**Puppet Theater** が、聴覚障害のある大学生の人形劇鑑賞を有効に支援し、健聴な大学生と同程度の人形劇鑑賞体験を保障できていたことがわかっている[8]。しかし、**Puppet Theater** の中心的な対象である小学生の鑑賞における知見は、得られていない。

そこで本研究では、聴覚障害児を対象とした実験、聴覚障害児と同様の条件の下で、健常児を対象とした実験の2種類の評価実験を行った。目的は、**Puppet Theater** が聴覚障害児、健常児それぞれにおいて、物語の世界への没入を促し、楽しい人形劇鑑賞体験を支援すること、さらにそれらが、聴覚障害児において、健常児と同程度になるように保障されていることを明らかにするものであった。

論文の構成については、以下の通りである。1章では、研究の背景と目的、論文の構成について述べた。2章では、本研究に関連する研究を取り上げる。3章では、**Puppet Theater** のシステムデザインについて詳細に述べる。4章では、聴覚障害児と健常児を対象としたシステムの評価実験の結果について報告する。5章では、評価と考察を行う。

2. 関連研究

2.1 聴覚障害児を対象とした情報保障

近年、聴覚障害児に関する研究が注目されている [9,10]。聴覚障害児は、音声情報の取得に困難を抱える傾向にあり、生活の様々な場面で音声情報を保障するための技術が開発されている。特に、教育現場において聴覚障害児のニーズを満たす技術の開発は重要な事項である。

音声情報を保障する方法の一つとして、映像やアニメーションを、音声情報の代替とするビジュアルイゼーションがある。例としては、アニメーションを利用した擬音学習の研究を挙げることができる[11]。聴覚障害児にとって、擬音表現は馴染みが薄く、誤って覚えていることもしばしばある。この研究では、聴覚障害児が擬音の意味する動作をアニメーションとして鑑賞し、その対応付けができるよう支援するシステムの開発が行われた。

上記のように、聴覚障害児の教育を支援する技術の開発が行われている一方、教育現場、特に日本の小学校では、聴覚障害児が健常児と同様に一般校に通う傾向が増大して

いる現状がある[12]。このため、聴覚障害児の教育環境を、健常児と同程度にする情報保障技術の開発が必要と考えられる。

2.2 文字による音声情報呈示法

1章で述べたように、聴覚障害児は、音声情報の取得に困難を抱えている。当然ながら、このことは、聴覚障害のある人々全てに該当する。彼らにとって、字幕による音声情報の保障は、有効な手段の1つである。

高等教育の現場では、講師による口頭教授について、リアルタイムに文字情報を提供する技術が開発されている[13]。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、テレビ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、発話者が複数名の際に、同定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、それぞれの話者を特定しながら、音声情報を文字情報へと変換する技術も開発されている[14]。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、タイピストによる誤字修正を行ったあと、話者を示した形で提示する方法であり、多数の人間がやり取りを行うような状況でも、正確に情報を保障することができる。

話者の同定に関しては、字幕として文字化された音声情報を吹き出しとして発話者の近くに表示する方法がある[15,16]。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いる。吹き出しの利用については、演劇における発話者の特定にも用いられており、複数の演者が同一の舞台上で発言を行う際、正確に発話者と発言を結びつけることができる[17]。

以上のことから、音声情報を字幕として文字化し呈示する方法は、リアルタイムかつ正確に音声情報を保障する手段として期待できる。しかし、訓練されたタイピストが必要な点や、音声認識における誤字の発生率など、解決されるべき問題がある。そこで、録画済みのテレビ番組等、表示される文字情報が固定された環境においては、あらかじめ呈示する情報を作成しておく手段が用いられる[18]。

2.3 インタラクティブデザインとセンシング

身体動作は、聴覚障害児にとって比較的容易な表現方法であると考えられる。なぜなら、多くの聴覚障害児にとって、ジェスチャーなどの身体動作を言語として用いたコミュニケーションが一般的だからである。インタラクティブデザインにおいて身体動作をインタラクションの媒介とすることは、聴覚障害児にとって親和性の高い手段であると期待できる。

インタラクティブデザインは、健常児の学習支援にとっても有効な手段である。例として、インタラクティブデザインと協同活動を取り入れた、身体動作を利用して数学的、科学的なルールを理解するゲームの研究がある[18]。これ

は、影や重力や面の傾きなどの、数学的、科学的な決まりをルールとしたゲームであった。センシング技術を用いて学習者の身体動作を読み取ることで、実際の身体の動きを利用したゲームを構成し、ゲームへの没入、ルールの理解が促すという特徴があった。

3. デザイン

3.1 フレームワーク

Puppet Theater は、ペープ・サートと呼ばれる紙人形を利用した人形劇を基に構成されている。キャラクターは全 2 体である。紙人形を使用する理由として、劇中に登場するキャラクターが実世界に存在することで、鑑賞者に人形劇としてのリアリティを与えることがあげられる。

図 1 は、舞台の構成を示している。舞台は 180 インチのスクリーン、紙人形、短焦点プロジェクターで構成されている。人形操作は 2 名で行い、スクリーンと目隠しの役割を持つ机の間から人形を操作する。声優は、人形操作者と別の者が担当し、背景アニメーションの操作も同時に行う。

背景アニメーションのコンテンツは、Adobe 社の Flash によって制作した。背景アニメーションは、短焦点プロジェクターによってスクリーンに投影される。背景アニメーションの操作は、アニメーション操作の PC によって行う。短焦点プロジェクターは、投影の焦点距離が短いため、投影面に近づけて設置することができ、人形と背景が互いに干渉することを防ぐ効果がある。

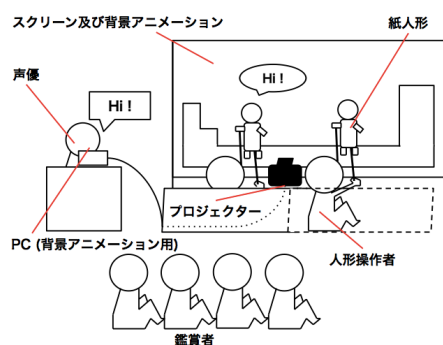


図 1 舞台の構成

Figure 1 Framework of Puppet Theater.

3.2 台詞投影機能

Puppet Theater は、音声情報であるキャラクターの台詞を文字化し投影することで、音声情報の取得が困難な聴覚障害者に台詞の情報を保障する機能を実装している。文字情報は、人形劇の背景アニメーション上に投影される。劇中の台詞は全て、発話と並行して、アニメーション上で視覚的に表現される。発話を同時に用いる理由は、残存聴力のある聴覚障害児や健常児にとっては、音声情報もまた物語の内容を理解するために重要な要素だからである。図 2 は台詞情報の保障が行われている 1 場面である。舞台上には 2 体の人形がおり、向かって左側の人形の後ろに、台

詞が表示されている。

台詞の表示は吹き出しの形式で行われ人形の背後に投影される。これにより、聴覚障害児は人形の挙動と台詞の情報を、同一視野内で獲得することができる。また、聴覚障害児は、発言したキャラクターと吹き出しを容易に対応させることができる。吹き出しはアニメーションに組み込まれており、台詞のタイミングは全て、簡易な操作で演者が決定することができる。吹き出しは半透明であり、背景のイラストの邪魔にならないように工夫されている。これにより、聴覚障害児に正確かつリアルタイムな情報保障が行えると考えられる。

台詞は、小学 3 年生でも読むことができる平易な文章を用いた。また、1 つの吹き出しに表示される文字数は、最大 35 文字程度とした。これは、情報量が多いことで聴覚障害児の読解に困難をもたらさないためであった。

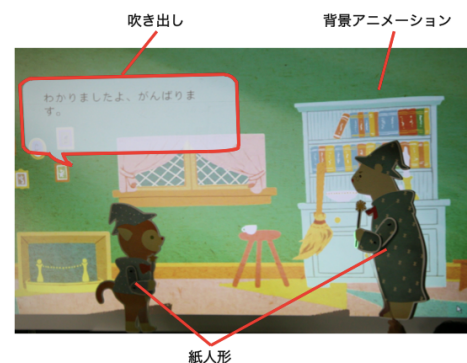


図 2 吹き出しの投影

Figure 2 Projection of the balloons.

3.3 物語参加機能

Puppet Theater は人形劇を行う演者と鑑賞者によって物語が進行される。鑑賞者は、人形劇を一方的に鑑賞するのではなく、物語の展開を自分で選ぶことで、人形劇に積極的に参加する。このインタラクティブな鑑賞体験は、鑑賞者における物語の内容やキャラクターに対する理解を促進することができると思われる。

具体的には、以下の通りである。劇の途中で、鑑賞者に物語の展開が分岐する場面を提示する。図 3 に物語が分岐する際に提示される場面の例を示す。画面にはアイコンとカーソルが表示され、アイコンはそれぞれが異なった物語の展開と対応している。鑑賞者は、カーソルを操作し、物語の展開に対応したアイコンの中から、次に見たいものを選ぶことができる。カーソルの操作には、距離画像センサーを用いて身体動作を媒介とする手法をとった。

2 章でも述べたが、身体動作は、聴覚障害児にとって比較的容易な表現方法であると考えられる。また、身体動作を用いたコミュニケーションが一般的であることから、聴覚障害児は、他者の身体動作を見て状況を理解することも容易であるといえる。そのため、身体動作を媒介とするこ

とで、発話を媒介にするよりも聴覚障害児のストレスを低減することができると推察される。また、身体動作を媒介とすることで、ハードウェアを必要とせず、自由な状態で人形劇を鑑賞することができる。物語参加機能について、身体動作を用いる手法を採用したのは、このためである。

距離画像センサーには Kinect (Microsoft 社 Xbox360) を利用した。理由は以下の 2 点である。1 点目は、Kinect に搭載されている深度センサーである。深度センサーは薄暗い部屋の中でも正確に働き、人体を捕捉することができる。こうした機能は、Puppet Theater が上演されている際に、身体動作を読み取ることに効果的なものである。なぜなら、アニメーションを明瞭に投影するため、部屋は薄暗くされているからである。2 点目として、小型で運搬や設置が容易なことが挙げられる。

距離画像センサーによる、身体動作を用いた物語参加機能の概要を説明する。最初に、身体動作を用いた物語参加機能を構成するシステムについて述べる。図 4 は物語参加機能におけるシステムの構成図である。距離画像センサーとしての Kinect, 2 台のノート PC, ルーター, プロジェクターで構成されており、Kinect に接続した Client PC とプロジェクターを接続しているアニメーション再生用の ServerPC を、ネットワークで繋いでいる。

次に、距離画像センサーによる鑑賞者の身体動作の読み取りについて説明する。距離画像センサーは、オープンソースライブラリの OpenNI と、ミドルウェアの NITE により人の身体動作の計測を行っている。鑑賞者が距離画像センサーに向けて手を動かすと、OpenNI が鑑賞者の手の位置を検出し、リアルタイムに鑑賞者の手の三次元位置が計測される。計測された位置情報に基づいて、NITE は、手の前後運動や左右運動の中から特定のジェスチャーを検出することができる。Puppet Theater では、"push" という、距離画像センサーに対して手を押し出すジェスチャーを物語の選択に使用する。

図 5 は、距離画像センサーが取得した映像とアニメーション上の映像の関係について示した図である。向かって左側の図が 距離画像センサーにより取得された映像を反転したものである。映像を反転する理由は、鑑賞者の手の動きとアニメーション上のカーソルの挙動を同じ方向にあわせるためである。左上の頂点を原点 O として、 u 軸が縦軸、 v 軸が横軸を示している。鑑賞者の右手にある緑色のポインタは、OpenNI によって捕捉された手の位置を表している。ポインタが (u, v) の位置にある時、OpenNI はこの位置情報をアニメーション操作用 PC へと送信する。

向かって右側の図は、アニメーション上の映像である。アニメーション上では、左上の頂点を原点 O' として、 u' 軸を縦軸、 v' 軸を横軸として示しており、それぞれ距離画像センサーが取得した映像における原点 O 、 u 軸、 v 軸に対応する。OpenNI によって計測された位置情報 (u, v) を元に、

アニメーション上のカーソルが対応する (u', v') に移動する。

距離画像センサーは、鑑賞者の手の位置を 30fps で計測する。アニメーション上のカーソルは、その情報に基づいて移動を行う。アニメーション上のカーソルがアイコンの上にある時、距離画像センサーが、"push" の動作を検出すると、アイコンに対応した物語が展開される。

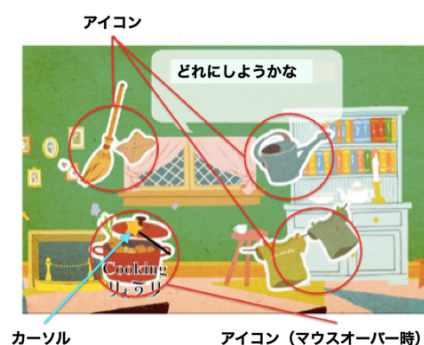


図 3 分岐画面

Figure 3 Story branch

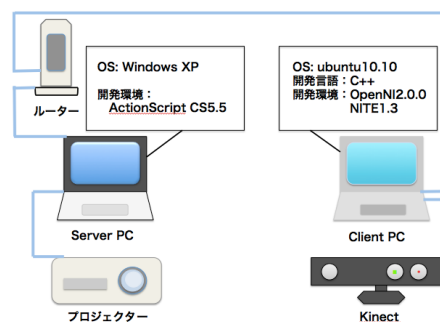


図 4 物語参加機能における入出力装置の構成

Figure 4 In/out put unit for participation

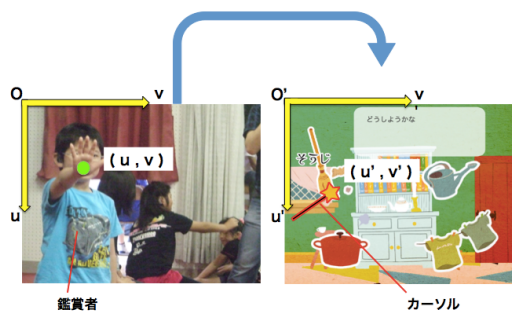


図 5 身体動作による選択

Figure 5 Selection with physical movement.

3.4 コンテンツ

Puppet Theater は、対象によって人形やアニメーションコンテンツを変更することで、様々な物語を上演できる。今回実装した物語には、ゲーテ作の「魔法使いの弟子」を基に、システムに併せて書き下ろしたものを利用した。基本的なストーリーは、「弟子」が「先生」の言いつけに従い、頼まれた家事を魔法でこなそうとするも、ことごとく失敗してしまう、というものである。言いつけには、「水くみ」、

「そうじ」、「りょうり」、「花の水やり」、「せんたく」の 5 種類があった。図 6 は物語のフローチャートを示したものである。物語には、5 つの家事に対応した 5 つのシーンがある。まず導入として、鑑賞者は水くみのシーンを鑑賞する。次に、分岐の場面が表示され、残る 4 つのシーンへの分岐が提示される。鑑賞者は残ったシーンの中から好きなものを選ぶ。分岐の箇所は 1 箇所であった。シーンが終わる毎に物語は分岐の場面に戻り、聴覚障害児は次に見たいシーンを選択する。全てのシーンを鑑賞した後、ノート PC の操作によって物語の結末が開始される。

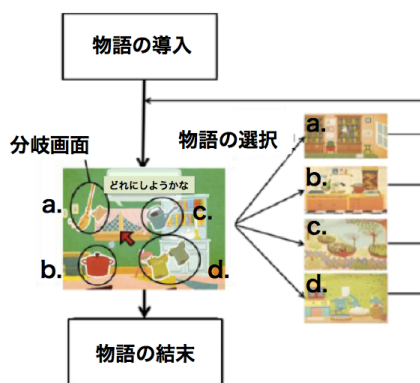


図 6 物語のフローチャート
Figure 6 Story flowchart.

4. 評価実験

4.1 方法

対象：茨城県立水戸聾学校小学部 4～6 年生 12 人の聴覚障害児及び野田市立みずき小学校 6 年生 30 人の健常児を対象とした。

課題及び手続き：対象について、Puppet Theater を鑑賞させ、その後、質問紙法による調査を行った。図 7 は、聴覚障害児が Puppet Theater の鑑賞を行っている様子である。図 8 は、健常児が Puppet Theater を鑑賞している様子である。質問紙法では、システムに関する、情意、デザイン、身体動作による物語参加、吹き出しの 4 側面について、「とてもそう思う」、「ややそう思う」、「どちらともいえない」、「あまりそう思わない」、「まったくそう思わない」の 5 段階尺度による主観的評価を行わせた。

情意側面については、聴覚障害児群及び健常児群両群に対し、「人形劇は楽しかった」、「お話は、わかりやすかった」、「人形劇を最後まで集中してみた」、「本物の人形が動いていて、人形劇に引きこまれた」といった、鑑賞における情動に関する 4 項目について主観的評価を求めた。

デザイン側面に関する項目は、聴覚障害児、健常児共に、「ふきだしを見て、弟子のセリフがすぐに分かった」「ふきだしを見て、先生のセリフがすぐにわかった」の 2 つであった。これは、吹き出しと発話キャラクターの同定が容易なデザインであったかを検討するためであった。

身体動作による物語参加の側面については、聴覚障害児、健常児の双方に、「そうじ、料理、せんたく、水やり のどれをするか選ぶ人が体を動かしていたので、何を選んでいくのかわかりやすかった」、「体を動かしてそうじ、料理、せんたく、水やりのどれかを選ぶことは、楽しかった」、「体を動かして家事を選んだので、自分の見たいお話を見ることができたと感じた」等、身体動作による物語参加機能の操作性や、参加が鑑賞態度に与える影響にかかわる 7 項目で回答させた。

吹き出しに関しては、聴覚障害児と健常児で異なる質問を行った。これは、台詞の情報を吹き出しに大きく依存する聴覚障害児と、台詞の情報を音声から取得できる健常児で、吹き出しの重要性が異なるためである。聴覚障害児については、「ふきだしの中のセリフを、ひとつひとつ、ちゃんと読むことができた」、「ふきだしの中のセリフの文字の大きさは、読みやすいものだった」、「ふきだしの中のセリフの文字の形は、読みやすいものだった」といった、吹き出しによる情報保障が有効に働いていたかどうかを問うもので、全 8 項目であった。健常児に対しては、「人形劇を見ていて、ふきだしがじゃまだった」の 1 項目であった。これは、聴覚障害児への支援機能が健常児の鑑賞の妨げになるかについて検討する必要があるからである。

質問紙における項目の総数は、聴覚障害に対して計 21 項目、健常児に対して計 14 項目であった。

実験日：聴覚障害児においては 2012 年 6 月 08 日、健常児においては 2013 年 7 月 12 日に実施した。



図 7 聴覚障害児を対象とした実践の様子
Figure 7 Practice with the deaf children.



図 8 健常児を対象とした実践の様子
Figure 8 Practice with the normal hearing children.

4.2 結果

表1は、情意側面、デザイン側面、身体動作による物語参加の側面に関する項目に対する、両群の回答結果をまとめたものである。まず、両群それぞれについて、質問紙法によって得られた回答を、「とてもそう思う」、「そう思う」の肯定的回答と、「どちらでもない」、「そう思わない」、「まったくそう思わない」の中立ないし否定的回答に分け、各項目における回答傾向を調べた。次に、各項目について肯定的回答と中立ないし否定的回答の該当数を計数し、回答傾向を分析した。その後、母比率不等の直接確率計算を用いて、肯定的な回答と中立ないし否定的な回答の該当数の偏りが有意なものであるかについての有意差検定を行った。

情意側面については、聴覚障害児、健常児共に(1)~(4)の4項目全てにおいて、肯定的な回答が否定的な回答に比べて多い傾向がみられた。有意差検定の結果、全項目で偏りの有意性が見られ、中立ないし否定的な回答よりも肯定的な回答が多いことが分かった。

デザインの側面については、聴覚障害児群、健常児群両方で、(5)~(6)の2項目全てに肯定的な回答が否定的な回答に比べて多い傾向がみられた。有意差検定の結果、全ての項目について偏りの有意性が得られ、中立ないし否定的な回答よりも肯定的な回答が多いことが分かった。

身体動作による物語参加の側面は、聴覚障害児群、健常児群双方で、(7)~(13)の7項目全てにおいて肯定的な回答が中立ないし否定的な回答に比べて多く得られた。有意差検定の結果、健常児群においては、7項目全てで肯定的な回答と否定的な回答の該当数間に有意な偏りが見られた。

聴覚障害児群においては、(7)「そうじ、料理、せんたく、水やりのどれをするか選ぶ人が体を動かしていたので、何を選んでいくかわかりやすかった」、(8)「体を動かして そうじ、料理、せんたく、水やりのどれかを選んだので、お話の世界に入りこんでいるように感じた」、(9)「体を動かして そうじ、料理、せんたく、水やりのどれかを選んだので、弟子になりきっているように感じた」、(11)「体を動かして そうじ、料理、せんたく、水やりのどれかを選ぶことは、楽しかった」、(12)「体を動かして そうじ、料理、せんたく、水やりのどれかを選んだので、その後のお話にきょうみがわいた」、(13)「体を動かして家事を選んだので、自分の見たいお話を見ることができたと感じた」の6項目について、肯定的な回答と否定的な回答の該当数間に有意な差があった。

しかし、(10)「体を動かして そうじ、料理、せんたく、水やりのどれかを選ぶのは、かんたんだった」の1項目において、肯定的な回答と否定的な回答の該当数間に有意な偏りは見られなかった。

次に、聴覚障害児及び健常児両群で同一の質問項目に対する回答をそれぞれ得点化し、群間の回答傾向に偏りを分析した。得点化には、5段階尺度評定法で得られた回答を

利用した。具体的には、「とてもそう思う」を5点、「そう思う」を4点、「どちらでもない」を3点、「そう思わない」を2点、「全くそう思わない」を1点とし、マン・ホイットニーのU検定を用いて有意差検定を行った。

その結果、(8)「体を動かして そうじ、料理、せんたく、水やりのどれかを選ぶことは、楽しかった」の項目を除く12項目で両群の回答傾向に有意な差は見られなかった。「体を動かして そうじ、料理、せんたく、水やりのどれかを選ぶことは、楽しかった」の項目については、有意な差が見られ、健常児群の中央値が聴覚障害児群を上回った。

表2は、吹き出しの側面に関する項目に対する聴覚障害児群の回答結果をまとめたものである。質問紙法によって得られた回答を、「とてもそう思う」、「そう思う」の肯定的な回答と、「どちらでもない」、「そう思わない」、「まったくそう思わない」の中立ないし否定的な回答に分けて計数し、各項目における回答傾向を分析した。その後、肯定的な回答と中立ないし否定的な回答の該当数に対し、母比率不等の直接確率計算を用いて、その偏りの有意性について検定を行った。その結果、(1)~(8)項目の全てにおいて肯定的な回答数が否定的な回答数を上回り、肯定的な回答と否定的な回答の該当数間に有意な偏りが見られた。

表3は、吹き出しの側面に関する項目に対する健常児群の回答結果をまとめたものである。質問紙法によって得られた回答を、聴覚障害児群と同様の方法で分析した。その結果、「人形げきを見ていて、ふきだしがじゃまだった」の項目において肯定的な回答数が否定的な回答数を上回ったことがわかった。有意差検定の結果、肯定的な回答と否定的な回答の該当数間に偏りが見られ、肯定的な回答が否定的な回答に比べ有意に多いことが明らかとなった。

5. 結論

評価実験の結果では、聴覚障害児、健常児双方について、情意側面、デザイン側面、身体動作による物語参加の側面におけるシステムへの肯定的評価が、支配的な傾向であった。また、両群の回答傾向においては、身体動作による物語参加が楽しかったことに関する項目を除き、全項目で回答傾向間の偏りは見られなかった。以上の結果は、Puppet Theaterが、聴覚障害児、健常児双方の物語の世界への没入を促進し、楽しい鑑賞体験について有効に支援したこと、聴覚障害児と健常児の鑑賞体験が同程度になるよう保障されたことが明らかとなった。

吹き出しの側面においては、聴覚障害児群、健常児群双方において、全項目で肯定的な回答が支配的であった。これらのことは、Puppet Theaterの台詞情報の台詞投影機能が、聴覚障害児にとって有効な情報保障の手段であり、且つ、健常児にとっては人形劇の鑑賞を妨げないものであったことを示している。

表 1 聴覚障害児及び健常児による主観的評価の結果：情意，デザイン，身体動作による物語参加

Table 1 Investigation results of the subjective evaluation by the deaf children and the normal hearing children: emotional, design, and physical movement aspects.

		5	4	3	2	1	U 値	肯定 (5,4)	中立・否定 (3,2,1)	片側確率
(1)人形劇は，楽しかった．	S1	10	1	1	0	0	172.0 ^{n.s.}	11	1	0.0003**
	S2	26	4	0	0	0		30	0	0.0000**
(2)お話は，わかりやすかった．	S1	9	3	0	0	0	165.0 ^{n.s.}	12	0	0.0000**
	S2	25	5	0	0	0		30	0	0.0000**
(3)人形劇 を 最後まで 集中して みた．	S1	6	5	1	0	0	112.0 ^{n.s.}	11	1	0.0003**
	S2	26	4	0	0	0		30	0	0.0000**
(4)本物の人形が動いていて，人形劇に引きこまれた．	S1	3	6	2	0	1	117.0 ^{n.s.}	9	3	0.0153*
	S2	16	12	1	1	0		28	2	0.0000**
(5)弟子のセリフがどれか，吹き出しを見てすぐにわかった．	S1	8	3	1	0	0	175.0 ^{n.s.}	11	1	0.0003**
	S2	27	3	0	0	0		30	0	0.0000**
(6)先生のセリフがどれか，吹き出しを見てすぐにわかった．	S1	9	2	1	0	0	136.5 ^{n.s.}	11	1	0.0003**
	S2	27	3	0	0	0		30	0	0.0000**
(7)そうじ，料理，せんたく，水やり のどれをするか選ぶ人が体を動かしていたので，何を選んでいるかわかりやすかった．	S1	6	4	1	1	0	151.5 ^{n.s.}	10	2	0.0028**
	S2	1	2	0	9	18		3	27	0.0000**
(8)体を動かして そうじ，料理，せんたく，水やり のどれかを選ぶことは，楽しかった．	S1	6	3	1	1	1	108.0**	9	3	0.0153*
	S2	26	4	0	0	0		30	0	0.0000**
(9)体を動かして そうじ，料理，せんたく，水やり のどれかを選んだので，その後のお話にきょうみがわいた．	S1	6	3	2	1	0	142.0 ^{n.s.}	9	3	0.0153*
	S2	19	10	1	0	0		29	1	0.0000**
(10)体を動かして そうじ，料理，せんたく，水やり のどれかを選ぶのは，かんたんだった．	S1	2	6	3	1	0	177.5 ^{n.s.}	8	4	0.0573 ^{n.s.}
	S2	3	18	7	2	0		21	9	0.0009**
(11)体を動かして家事を選んだので，自分の見たいお話を見ることのできたと感じた．	S1	7	3	2	0	0	167.5 ^{n.s.}	10	2	0.0028**
	S2	14	13	3	0	0		27	3	0.0000**
(12)体を動かして そうじ，料理，せんたく，水やり のどれかを選んだので，お話の世界に入りこんでいるように感じた．	S1	5	6	1	0	0	174.0 ^{n.s.}	11	1	0.0003**
	S2	14	13	2	1	0		27	3	0.0000**
(13)体を動かして そうじ，料理，せんたく，水やり のどれかを選んだので，弟子になりきっているように感じた．	S1	5	4	3	0	0	176.0 ^{n.s.}	9	3	0.0153*
	S2	10	15	4	1	0		25	5	0.0000**

**：p<0.01 *：p<0.05 ^{n.s.}：有意差なし S1:聴覚障害児 S2:健常児

回答コード：とてもそう思う 5， そう思う 4， どちらでもない 3， そう思わない 2， 全くそう思わない 1
肯定，中立・否定はそれぞれに該当する回答の総数を示す

表 2 聴覚障害児による主観的評価の結果：吹き出し

Table 2 Investigation results of the subjective evaluation by the deaf children: balloon aspects.

	5	4	3	2	1	片側確率
(1)ふきだしの中のセリフを，ひとつひとつ，ちゃんと読むことができた．	8	3	1	0	0	0.0003**
(2)ふきだしの中のセリフの文字の大きさは，読みやすいものだった．	8	3	1	0	0	0.0003**
(3)ふきだしの中のセリフの文字の形は，読みやすいものだった．	8	3	1	0	0	0.0003**
(4)ふきだしの中のセリフの文字の色は，読みやすいものだった．	10	2	0	0	0	0.0000**
(5)ふきだしの中のセリフの長さは，ちょうどよかった．	8	3	1	0	0	0.0003**
(6)ふきだしの中のセリフは，読みやすい場所で次のだんにうつっていた．	6	5	0	1	0	0.0003**
(7)ふきだしの中のセリフを読んで，弟子の気持ちがわかった．	5	7	0	0	0	0.0000**
(8)ふきだしの中のセリフを読んで，先生の気持ちがわかった．	8	3	1	0	0	0.0003**

**：p<0.01

回答コード：とてもそう思う 5， そう思う 4， どちらでもない 3， そう思わない 2， 全くそう思わない 1

表 3 健常児による主観的評価の結果：吹き出し

Table 3 Investigation results of the subjective evaluation by the normal hearing children: balloon aspects.

	5	4	3	2	1	片側確率
(1)人形げきを見ていて，ふきだしがじゃまだった．	1	2	0	9	18	0.0003**

**：p<0.01

回答コード：とてもそう思う 5， そう思う 4， どちらでもない 3， そう思わない 2， 全くそう思わない 1

しかし、聴覚障害児群において、身体動作を用いて物語に物語参加する機能の操作が容易ではなかったこと、また、同機能の楽しさについて健常児群の回答傾向との間に差が見られたことが明らかとなった。この原因として、聴覚障害児が距離画像センサーを利用して、カーソルを操作する方法を十分に把握できていなかったことがあると推察する。今回のシステムでは、距離画像センサーが手の位置を認識するために、しっかりと手の平を距離画像センサーに向けて、正確に捕捉されている状態を維持する必要がある。観察上において、聴覚障害児は、距離画像センサーが手の位置を認識する前にカーソルを動かそうとする、距離画像センサーによる捕捉が途切れてしまったにもかかわらず push 動作を行う、といった行動が見られた。そのため、身体動作を用いた物語参加機能の操作方法を視覚的に把握できるような仕組みや、より直感的な操作方法の検討が必要である。

以上を総括して、改良の余地はあるものの、Puppet Theater が聴覚障害児、健常児双方に物語の世界への没入を促し、楽しい鑑賞体験を支援するうえで有効なシステムであることが明らかとなった。また、Puppet Theater が聴覚障害児の鑑賞において十分に情報を保障し、健常児とおおよそ同程度の鑑賞体験を可能とすることが示された。

謝辞

本研究の実践を行うにあたり、茨城県立水戸聾学校小学部の皆様及び野田市立みずき小学校の皆様に多大なご協力を頂いた。謹んで感謝を申し上げる。

附記

本研究は、科学研究費補助金基盤研究 (B) (代表・楠房子、課題番号 23300309) からの支援を受けている。

引用文献

- 1) 吉田清治 (1995). 「幼児教育における人形劇の役割」『大阪教育大学幼児教育学研究』 Vol.15, pp.37-48.
- 2) 松崎行代 (2008). 「学校教育における人形劇の教育的意義と課題-飯田市の学校における人形劇活動充実のために-」『飯田女子短期大学紀要』 Vol.25, pp.61-75.
- 3) Alastair Macdonald. (2003). "Humanising technology" John, C., Roger, C., Simeon, K., and Cherie, L. (Eds.), Inclusive Design: Design for the Whole Population, Springer, pp.182-203.
- 4) Hua D., and Jhon C. (2006). 「Inclusive Design as Interpretation Methodology, Concept, Products, and Processes」平井康之(編)『インクルーシブデザインハンドブック』財団法人たんぽぽの家, pp.7-8.
- 5) Egusa, R., Wada, K., Namatame, M., Kusunoki, F., Mizoguchi, H., and Inagaki, S. (2012). "Evaluation of the Universal Puppet Theater Based on Inclusive Design Method", In Proceedings of Fourth IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, pp. 135-137.
- 6) Egusa, R., Wada, K., Namatame, M., Kusunoki, F., Mizoguchi, H., and Inagaki, S. (2012). "Evaluation of the

puppet theater based on inclusive design method: a case study of fourth-year elementary school student with normal hearing", In Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children, pp.216-219.

- 7) Egusa, R., Wada, K., Namatame, M., Kusunoki, F., Mizoguchi, H., and Inagaki, S. (2012). "Development of an Interactive Puppet Show System for the Hearing-Impaired People", In Proceedings of CONTENT2012 the Fourth International Conference on Creative Content Technologies, pp.69-71.
- 8) 楠房子・和田久美子・江草達平・後関政史・足立孝之・溝口博・生田目美紀・稲垣成哲 (2013). 「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』 Vol.96-D, No.1, pp.61-69.
- 9) Lee, S., Henderson, V., Hamilton, H., Starner, T., Brasher, H., and Hamilton, S. (2005). "A Gesture-Based American Sign Language Game for Deaf Children", In Proceedings of CHI2005 Extended Abstract, pp. 1589-1592.
- 10) Gentry, M. M., Chinn, K. M., and Moulton, R. D. (2005). "Effectiveness of Multimedia Reading Materials When Used with Children Who Are Deaf", American Annals of the Deaf, Vol.149, No.5, pp. 394-403.
- 11) Namatame, M., Kusunoki, F. (2007). "The Preliminary Study of Animation Dictionary for Onomatopoeic Learning", In Proceedings of the 6th International Conference on Interaction Design and Children, Aalborg, Denmark, pp.177-178.
- 12) 文部科学省 (2013). 「平成 24 年度通級による指導実施状況調査結果」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/material/_ics/Files/afieldfile/2013/05/14/1334907.pdf (2013/10/09)
- 13) 石原保志, 小林正幸, 内藤一郎, 村上裕史, 加藤伸子, 皆川洋喜 (2001). 「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 Vol.100, No.600, pp.7-13.
- 14) Wald, M. (2008). "Captioning Multiple Speakers using Speech Recognition to Assist Disabled People", In Proceedings of the 11th international conference on Computers Helping People with Special Needs, pp.617-623.
- 15) Hisaki, I., Nanjo, H., and Yoshimi, Takehiko. (2010). "Evaluation of Speech Balloon Captions for Auditory Information Support in Small Meetings", In Proceedings of 20th International Congress on Acoustics, pp.1-5.
- 16) 藤井絢子, 南條浩輝, 吉見毅彦 (2009). 「会議の情報保障を目的とした吹き出し型字幕提示方式の検討」『情報処理学会研究報告』音声言語情報処理, Vol.2009-SLP-75, No.10, pp.75-82.
- 17) 紺屋裕子, 椎尾一郎 (2012). 「バ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誌』第 14 巻, 4 号, pp.9-16.
- 18) 今井亨, 奥貴裕, 小林彰夫 (2011, October). 「音声認識によるリアルタイム字幕放送の進展」『情報処理学会研究報告』音声言語情報処理, Vol.2011-SLP-88, No.4, pp.1-6.
- 19) Kynigos, C., Smyrniou, Z., Roussou, M, A, J., Kohli, P., Shotton, J., Hodges, S., and Fitzgibbon, A. (2010). "Exploring Rules and Underlying Concepts While Engaged With Collaborative Full-body Games", In Proceedings of IDC2010 the 9th International Conference on Interaction Design and Children, pp.222-225.