

# Immersive Tales: 映像投影を用いた絵本とその読書体験の拡張

北山玲奈<sup>†1</sup> 望月茂徳<sup>†2</sup> 大島登志一<sup>†2</sup>

概要: 本研究では、絵本へのインタラクションに連動した映像の投影によって絵本の読書体験を拡張するインタラクティブアート制作を行った。「本そのものへの行為の拡張」と「本のある空間における行為の拡張」の二つの方向性による読書体験の拡張を目指し、ページめくりや仕掛けの操作に加えて、読書をしている実空間でのインタラクションも取り込むことができる。従来から親しまれてきた絵本の読書体験を維持しつつ、テクノロジーによる表現や読書の楽しみを創出することが可能になる。

## Immersive Tales: An Augmented Book that Expands the Reading Experience

RENA KITAYAMA<sup>†1</sup> SHIGENORI MOCHIZUKI<sup>†2</sup>  
TOSHIKAZU OHSHIMA<sup>†2</sup>

### 1. はじめに

歴史を超えて慣習やスキル、知識等を記録し伝達するための様々な方法が生み出され、メディアの創造が行われてきた。文字とそれを記す紙の発明、文字によって紡ぎ出される言葉や文章、それらをまとめる本は、人類の発展に大きく貢献したメディアの一つである。また、読書体験は本来、文字や挿絵を視覚的に読み取るだけでなく、手触りを楽しむ、ページをめくるなどの身体を使った総合的な体験である。『出版指標 年報 2022年版』によると、2021年の児童書の推定販売金額は967億円であり、4年連続のプラス成長となっている。児童書が好調な背景としては、子どものデジタルデバイスへの傾倒に危機感を感じる保護者の心理や、コロナ禍による図書館利用を控えた絵本購入の動きなどがあった。また、絵本はロングセラー作品の多くが電子化されておらず、紙書籍のニーズが非常に高く、児童書の伸びは今後も続くであろうことが示されている[1]。電子書籍の形態の中には、電子端末ならではの豊かな映像表現やインタラクションを用いた体験型の表現が可能なのが存在するが、タブレット端末などのメディアが用いられることが多く、紙の手触りなどを楽しむことの代替にはなりたい。

本研究では、読者が紙の物質的な質感と豊かな映像表現を楽しみ、フィジカルとバーチャルが融合した、没入感のある読書体験の提案を行う。ここでいうフィジカルとは、現実空間でのインタラクションを含む、本を通じて身体を使った体験である。近年興隆してきた文章生成 AI の利便性については大きな可能性があるものの、言葉や文化をデータとして単に浪費するのではなく、言葉や本に託された人間の想いや文化を読み取る力を育てる必要がある。本研

究を用いることにより、様々な土地で文化が込められた本が、絶えることなく人々に愛され続けることに貢献できると考えられる。本研究では、フィジカル（紙のページ）とバーチャル（映像媒体）を組み合わせることで読書体験を拡張すること、またそれらを組み合わせた新たな表現方法を探ることを目的とする。

### 2. 関連研究

紙の書籍を単に電子書籍化するのではなく、映像表現やインタラクション技術を用いて現実世界での読書体験を拡張しようとする試みはこれまでも行われてきた。現実空間でのインタラクションを本のメタファーで取り入れたメディアアートの先駆けとなる『Beyond Pages』[2]では、映像が机上のスクリーンに投影され、体験者が操作するペンの動きによって、本のページをめくったり、絵本中や壁面の映像を変化させたりすることができる。また、ページに描かれたスイッチをペンで触れると現実世界のライトが点灯するなど、現実世界と本の中が互いに干渉する仕掛けが取り入れられている。『Beyond Pages』と本研究の体験の上で異なる点は、実物体の本の有無およびそれによるページをめくる行為があることである。『Beyond Pages』ではペンを操作することでバーチャルの本のページをめくるが、本研究では読者自身の手で紙の本のページをめくることを重視する。

映像と実物体の本を組み合わせる研究に、『MAVenReadVerse: テキストアニメーションを施した詩を紙の本で読む体験の創出』[3]があげられる。この研究では、HoloLens2を装着したユーザが、AR マーカ付きのページをめくることで、アニメーションが施された詩のテキスト

<sup>†1</sup> 立命館大学大学院映像研究科  
Graduate School of Image Arts, Ritsumeikan University  
<sup>†2</sup> 立命館大学映像学部

がページに合わせて重畳表現されるシステムが開発されている。『MAVenReadVerse』と本研究の異なる点は、読者が本の内容を読む方法である。『MAVenReadVerse』ではHoloLens2を通してのみ本の内容を読むことができるが、本研究では紙の本のページ上で読むことができる。

### 3. 作品『Immersive Tales: 映像投影を用いた絵本とその読書体験の拡張』の制作

#### 3.1 読書体験の拡張について

本研究では、文字や挿絵を視覚的に読み取ることだけでなく、手触りを楽しむ、ページをめくるなどの身体を使った総合的な読書体験が可能である紙の本という従来のメディアの特長を維持したまま、映像投影などテクノロジーによる表現や演出を伴った読書体験の拡張を行うインタラクティブアートの制作を行った。

本研究では、まず紙の本として、文章と挿絵により紙のみで読み進めることができることを前提に、映像の投影によって拡張するインタラクティブアートの制作を行った。本研究における読書体験の拡張として、「①本そのものへの行為の拡張」と「②本のある空間における行為の拡張」の二つの方向性において読書体験できる仕組みと演出の制作を行った。

①に着目した理由は、作品を表示させる媒体として、紙の本の特徴を重視したからである。紙の本の特徴として、「ページめくりなどの本の操作が直観的に分かること」「ページの質感や装丁など紙ならではの表現を感じ取れること」「物語を進めるデバイスと物語を表現するメディアとしての特性、この両方を兼ね備えていること」の三点が考えられる。すなわち、紙の本を基盤とすることで、普段慣れ親しんでいる読書における紙の質感やページめくりなどの体験を維持したまま、映像を投影することで内容の拡張や演出の付加を意図している。

②に着目した理由は、本を歴史的な観点から見た場合、歴史上の事柄や伝記のように、残されたものを追体験する行為に本が用いられているからである。

本のメディアとしての特性と、体験としての特性、その両方の観点から見た場合、インタラクティブアートと親和性が高いと思われる。インタラクティブアートは実際に体験できるといった特徴があり、作品の世界観に合った様々な面での演出が可能である。加えて、読書をしている実空間でのインタラクションを取り込むことで、追体験の没入感が高められると考えられる。

#### 3.2 プロトタイプ①：フォトフレクタを用いた作品システムの構成

本研究のプロトタイプとして、『Immersive Tales: 映像投影を用いた絵本とその読書体験の拡張』の制作を行った。四季のうち夏に関する物語である、七夕をテーマにしてお

り、物語に沿った仕掛けを取り入れた。最終形態では、四季の物語を一冊の本にまとめる予定である。プロトタイプ制作を進めつつ、必要な技術要件と表現の可能性について探っていく。読書体験の拡張のために、読者が読んでいる本のページや紙の本へのインタラクションを認識するシステムを制作し、ページに書かれている内容に応じた文章へのハイライトや映像の投影を行った。また、本が置かれている現実世界に空間演出の機能を持たせるために、七夕に関連する物体（笹と短冊）を現実世界に配置した。プロトタイプ①では、読者が開いているページを認識するために、有線のセンサを用いた。

投影した映像は以下の三種である。一つ目は、文字部分にハイライトがある映像である(図1)。プロジェクタから本に映像を投影するため、周囲の照明を暗くして展示を行っている。暗い中でも読者が文字を読みやすいようにこの映像を制作した。二つ目は、天の川が空に流れる映像である(図2)。天の川は、七夕の物語の象徴的なイメージであり、映像による重畳表現を行うことでより没入的な表現として楽しむことができることを意図した。三つ目の映像は、織姫と彦星が出会う映像である(図3)。七夕は、本の中の物語世界にとどまらず、家庭や地域で短冊に願いを書いて笹に吊るすなどの文化的イベントとして浸透している。そのため、読書と短冊に願いを書いて笹に吊るす行為を結びつける演出上の意図として、この映像を制作した。

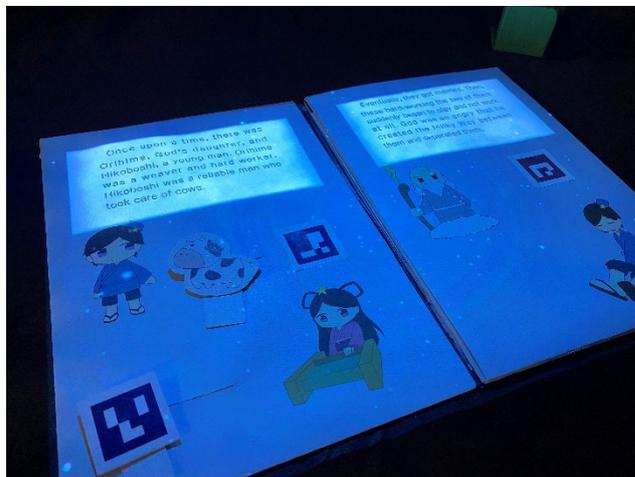


図1 文字部分にハイライトがある映像 (pp.1-2)

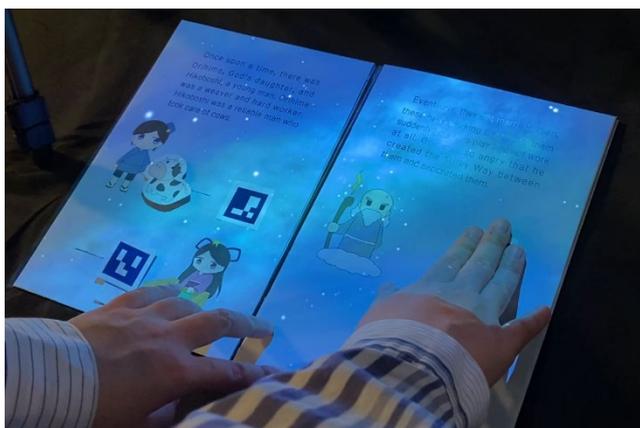


図 2 天の川の映像



図 4 センサ版の本の外観



図 3 織姫と彦星が出会う映像



図 5 LEDの点灯

プロトタイプ①では、導電性インクペンや Leap Motion など、体験を拡張するためのインタラクションに必要な技術を探って制作した。ページをめくると投影映像が変化する体験を可能にするために、製本する際にページごとに異なる数の穴を開け、センサを通した(図4)。センサに関しては、ページめくりを検出するために、フォトリフレクタをページ端に埋め込み、紙が離れたときにページめくりが行われたとする機能を実装した。夏の大三角を感じる体験を可能とするために、書いた線が電気回路になる特殊なペンと紙を用いた。読者が特殊な紙に特殊なペンで三角形(電気回路)を書き、夏の大三角の一等星(LED)を点灯させるインタラクションを取り込んだ(図5)。Leap Motionは、読者が手を振り払う行為や筐に短冊を吊るす行為を検知するために、筐の近くに置いて使用した。

フォトリフレクタ、導電性インクペン、Leap Motionの三つの仕組みは、次章で説明するプロトタイプ②では使われていない。それぞれの仕掛けを取り除いた理由を説明する。まずフォトリフレクタは、反応させるためには本のページをめくるときにコツが必要である課題があることがわかった。次に、導電性インクペンは特殊な紙が必要であり、いずれ様々な本を拡張させる際に、本に取り込むのが難しいという課題があることがわかった。紙に一度書いたらインクが中々消えないこと、特殊な紙を本のどこに配置すると物語との整合性が取れるのか、の二点を踏まえて導電性インクペンの仕掛けを取り除いた。そして Leap Motion は、筐に短冊を吊るす手を検知させる際に、反応に不具合が生じる課題があることがわかった。Leap Motionは本体の上(空中)にある手の動きや位置情報を取得するデバイスであるため、読者の手に持っている短冊により Leap Motionによる手の検出が遮られる可能性がある。そのため、作品システムでの使用には適していないと考えた。

### 3.3 プロトタイプ②: AR マーカを用いた作品システムの構成

プロトタイプ①での知見を踏まえ、プロトタイプ②の制作を行った。プロトタイプ②のシステムは、プロジェクタやARマーカ付き仕掛け絵本、赤外線ライト付きのカメラ、物語に呼応するオブジェクトで構成されている(図6)。誰

でも簡単にページをめくれるように、フォトリフレクタの代わりに AR マーカを用いてページ判定を行った。また、ページめくり以外の本や読書空間のインタラクションについても、導電性インクや Leap Motion を用いていた代わりに、絵本の仕掛け部分や短冊に AR マーカを付加し、マーカの座標変化や検出のタイミングによって音声出力や映像投影を連動させる方法を用いることにした。



図 6 デバイスの構成

読者は本に貼り付けられている AR マーカや仕掛けを動かすことができる。マーカ認識については、赤外線カメラを用いることにより、本へのプロジェクタの投影や周囲の環境に関わらず、AR マーカを検出することができる。読者が紙の本における仕掛けを動かすことによって、仕掛けに貼付された AR マーカの座標に変化する。この座標の変化に連動させ、映像の投影や音の発生をソフトウェア上でやっている。また、同様に AR マーカによってページの判定を行っている。AR マーカは ArUco マーカを用い、プログラミングソフトウェアである TouchDesigner で実装した。

作品には仕掛けが五つ組み込まれている。一つ目は、本のページをめくると、めくった後のページに貼られている AR マーカを読み取り、そのページに適した映像を投影するものである。具体的には、文字部分にハイライトがある、夜空を背景にした映像である(図1)。二つ目は、牛の絵を動かして AR マーカを隠すと、牛が水を飲む音が鳴るものである。これは彦星が牛の世話をしていることを表現している。三つ目は、織姫の近くに配置した AR マーカを動かすと、織姫の仕事に使われる機織り機の音が鳴るものである。こちらの AR マーカは左右に数回動かすと音が鳴り、数回動かすと音が止まる仕組みである。四つ目は、神さまの近くに貼り付けられた AR マーカを隠すと、天の川の映像が投影されるものである。五つ目は、AR マーカ付きの短冊に願いを書いて笹に吊ると、織姫と彦星が天の川を渡って出会う映像が投影されるものである。

## 4. 検証実験

### 4.1 体験手順について

本研究で提案している読書体験の拡張についての概念的検証実験として、プロトタイプ①を本学の学生に体験してもらい、作品映像を作成した。その作品映像を2022年10月に学内展示会にて出展した。使用した本は、四季のうち夏に関する物語である七夕を基にした本である。絵や投影する動画は自身で制作し、紙とテープで製本した。体験手順は以下の通りである。

まず読者は表紙から1ページめくる。めくる前はフォトリフレクタとページが接触しており、めくった後はフォトリフレクタとページが離れるように製本している。フォトリフレクタとページが離れたことによって反応が起こり、文字部分にハイライトのある映像が本に投影される。このとき、本をずらすと投影映像と本にずれが生じるため、本を机の上に置いた状態で読んでもらう。

本の pp.1-2 では、織姫と彦星が働いている様子や、天の川によって二人が引き離される場面が文章で書かれている。このページで読者には、Leap Motion の上で手を振り払う体験を行ってもらう。この行為により、天の川の映像が投影される。

本の pp.3-4 では、織姫と彦星が天の川を渡って会いに行く場面が文章で書かれている。このページで読者には、導電性インクペンで LED (星) を点灯させる、短冊に願いを書いて笹に吊るす、という体験を行ってもらう。笹に短冊を吊ると、織姫と彦星が天の川を渡って近づく映像が投影される。

### 4.2 実験と考察

プロトタイプ①の作品映像を見た11人にアンケートを実施した。本作品の仕掛けが読書の体験を拡張するものかを確認するため、Q1からQ4では「本作品の仕掛けである四つの項目において、普段の読書と比較して、これまでにない読書体験ができましたか」という設問を設けた。Q1では「本のページをめくると、紙に投影される映像が変わる」仕掛けに着目した。アンケートの結果、6人が「かなりできた」、5人が「まあまあできた」と回答した。

表1 Q1「本のページをめくると、紙に投影される映像が変わる」仕掛けで、これまでにない読書体験ができたか

回答	人数 (人)	割合 (%)
かなりできた	6	54.5
まあまあできた	5	45.5

Q2では「手を振り払うと、天の川が現れる」仕掛けに着目した。アンケートの結果、10人が「かなりできた」、1人が「まあまあできた」と回答した。

表 2 Q2「手を振り払うと、天の川が現れる」仕掛けで、これまでにない読書体験ができたか

回答	人数 (人)	割合 (%)
かなりできた	10	90.9
まあまあできた	1	9.1

Q3では「ペンで夏の大三角を書いて一等星(LED)を光らせる」仕掛けに着目した。アンケートの結果、7人が「かなりできた」、3人が「まあまあできた」、1人が「あまりできなかった」と回答した。

表 3 Q3「ペンで夏の大三角を書いて一等星(LED)を光らせる」仕掛けで、これまでにない読書体験ができたか

回答	人数 (人)	割合 (%)
かなりできた	7	63.6
まあまあできた	3	27.3
あまりできなかった	1	9.1

Q4では「笹に短冊を付けると、織姫と彦星が現れる」仕掛けに着目した。アンケートの結果、8人が「かなりできた」、2人が「まあまあできた」、1人が「あまりできなかった」と回答した。

表 4 Q4「笹に短冊を付けると、織姫と彦星が現れる」仕掛けで、これまでにない読書体験ができたか

回答	人数 (人)	割合 (%)
かなりできた	8	72.7
まあまあできた	2	18.2
あまりできなかった	1	9.1

また、読書を拡張する要素として、実際に本作品の仕掛けを体験したいと思ってもらえるかを確認するため、Q5では「作品映像を見て、実際に本のページをめくったり短冊に笹を吊るしたり、作品を体験したいと思いませんか」という設問を設けた。アンケートの結果、7人が「かなり思った」、4人が「まあまあ思った」と回答した。

表 5 Q5「作品映像を見て、実際に本のページをめくったり短冊に笹を吊るしたり、作品を体験したいと思いませんか」

回答	人数 (人)	割合 (%)
かなり思った	7	63.6
まあまあ思った	4	36.4

どの設問も「かなりできた(思った)」または「まあまあできた(思った)」と回答した人が全体の90%以上を占めて

いる。Q2からQ5では、読書体験の拡張の「②本のある空間における行為の拡張」の方向性について検証した。検証の結果、読書に関わる空間の拡張について良い数値が出たことが示されている。具体的には、「本だけでなく、ペンや笹などの空間を使って本にアプローチする手段があるのは良い」「自分が関与することでお話が進んでいくという体験は特にお子さんにとっては楽しいものだろうなと感じます」などのコメントをいただいた。作品映像を通して、本作品のインタラクションや本のある空間における演出の意図が鑑賞者にうまく伝わっていると考えられる。

さらに、鑑賞者の自由な意見や感想を得るために、自由記述の設問を設けた。「七夕の世界観に没頭できる小道具や色の工夫がよかった」「読書と言えばただ本を読む行為ですが、そこにインタラクティブな要素が加わった全く違う読書のやり方に感銘を受けました」など肯定的な意見が多かった。

改善点に分類される意見として「夏の大三角をもう少し何とかしたい気もする」という記述を得た。この意見を受けてプロトタイプ②では、読者が回路を書いて星を点灯させる、という手法を用いない方向で改善した。あらかじめ夏の大三角をページに描写しておき、ベガ(織姫星)とアルタイル(彦星)の星の位置に重なるように、織姫と彦星の映像を投影した。この映像は、読者が短冊を笹に吊るすことで誘発される。この手法を用いて、読者が夏の大三角に干渉できる仕掛けを取り入れた。

## 5. まとめ

本研究では、絵本と映像の投影を組み合わせることで絵本の読書体験を拡張するインタラクティブアートの制作を行った。今後の展望としては、プロトタイプ①の検証実験を経て制作したプロトタイプ②の検証実験を行う。また、本の内容を充実させて、『はなさかじいさん』、『七夕』、『かさじぞう』等の四季の物語を組み込むことを検討している。

本研究では、絵本についてはオリジナルの本に連動するシステムを構築したが、将来的にはプロトタイプで制作した本だけではなく、様々な本にも適応可能なプラットフォーム化を目指している。例えば書籍JANコードを読み取ることで拡張された映像コンテンツを切り替えることや、ページ認識をマーカレスARとして実装することで、すでに市場に出版されている本の読書体験の拡張へと貢献できるのではないかと考えている。

## 参考文献

- 1) 全国出版協会・出版科学研究所, 2022, 『出版指標 年報 2022 年版』
- 2) Masaki Fujihata, Beyond Pages, SIGGRAPH '96: ACM SIGGRAPH 96 Visual Proceedings: The art and interdisciplinary programs of SIGGRAPH '96, pp.24-25, 1996

3) 横濱 拓樹, 柏木 敏朗, 山本 恭裕, 中小路 久美代,  
MAVenReadVerse : テキストアニメーションを施した詩を紙の本  
で読む体験の創出, インタラクション 2023 論文集, 3B-40,  
pp.936-941, 2023