

修 士 論 文

実物体の絵本の特性を活かした  
インタラクティブな体験の提案

平成30年度

指導教員 串山久美子

(17893511)

黒崎 美聡

首都大学東京大学院

システムデザイン研究科 博士前期課程

インダストリアルアート学域

提出日：2019年1月31日

# 実物体の絵本を活かしたインタラクティブな読書体験の提案

## 要旨

今日、本の電子書籍化が進んでいる。電子化することにより、一つのデバイスで複数の本を、場所を問わず楽しめるようになった。また、その中でも電子化された絵本では、紙の表現では行えなかった仕掛けを取り入れることが可能になり、読書体験の幅が広がった。

しかし、紙の本と電子書籍での読書体験には本を読むという行為に付随する情報に差があるのではないかと考えた。本を手に取りページをめくことで生まれる、紙の触覚や紙が空気を切る音は紙の本でのみ体験することができ、これらはタッチパネルをスライドする電子書籍では失われてしまった物理的な体験に伴う情報である。このような読書体験の差に着目し、著者らは紙の仕掛け絵本にプロジェクタで動画を投影することで絵本の世界観を拡張することを目的に、デジタル要素を取り入れた立体視仕掛け絵本（以下、前作と呼ぶ）を制作した。

作品展示を通して、センサを用いていたり、プロジェクタによって投影が行われていたりすると仕掛けが電子的なものであると視覚的に分かる状態であっても、人が触れて操作する媒体が紙であるということが体験者に驚きを与えていることが分かった。

それを踏まえ、体験者が触れる本から電子的仕掛けを排除し、電子的な要素を感じさせない空間を作ることで、より没入感のあるインタラクティブな体験を作ることができるのではないかと考えた。

そこでまず、インターフェースとしての本が持つ特性に着目した。小説などストーリーの情報を持つ本は、ページをめくことで時間を進めたり戻したりすることができ、また、写真集や地図帳などではめくることにより空間を移動することができる。実物体であるがゆえに、現在のページを境に前のページと後ろのページを物理的に認識することが可能なため、本は時間把握や空間把握を感覚的に行うことが可能なインターフェースであると言えると考えた。

また、仕掛けに焦点を当て、電子書籍と紙の本での違いについて考察した。

まず、仕掛けは、紙の仕掛け絵本によく見られる「開く」「引く」「回す」など仕掛けの形状を見ただけで作動方法が分かる物理的な仕掛けと、電子化された絵本に多いストーリーやキャラクターの動きなどから誘発される情報的な仕掛けに分けられる。物理的な仕掛けは、例えば「開く」という行為はそのまま「開く」という形で反応を返すが、一方で、情報的な仕掛けを作動するための「触れる」という行為はインターフェースにより「開く」などに変換が行われてから反応に結びつくというフローを通らなくてはならない。

このように、電子化されたことにより物理的な体験は失われてしまったが、電子的なインターフェースの導入により動きのある表現をリアルタイムで表示することが可能になったため、体験者の行為が反応に結びついていると体感できる仕掛けを取り入れることができるのが電子書籍の大きな利点である。

以上を踏まえ、本制作では、実物体の仕掛け絵本と電子的な仕掛けを組み合わせることで電子化された絵本では避けられない行為の変換を無くし、人の行為がストーリーに関与していることを体感できるインタラクティブな体験を作ることを目的として試作を行った。

本本体から電子的仕掛けを分離するため、ページ判定をカメラで行い、プロジェクタで動画を投影する。また電子的仕掛けを体験者に感じさせない体験空間を作るため、プロジェクタとカメラをデスクライトの光源部分に格納することで一体化させ、プロジェクタカメラシステムを制作した。

仕掛け絵本は時間把握と空間把握にそれぞれ着目した二冊を制作し、紙特有の物理的な仕掛けに加え、電子書籍向けの情報的な仕掛けを取り入れることで、普段紙の絵本に対しては行わない「触れる」という行為を誘発させた。また、リアルタイムでの反応をプロジェクタで投影することにより、電子書籍の反応速度と多様な表現を再現した。

以上のシステムを用いて、没入感を高め絵本の世界を拡張する試みを行い、インターフェースとしての本の持つ特性を活かした体験システムについて考察を行う。また、体験者の評価を元に、絵本を用いたインタラクティブな体験がもたらす効果についてまとめ、より没入感を得るための手法を今後の展望として述べる。

## Proposal of an interactive reading experience that makes use of real picture books

### Summary

Electronic books are changing the way of reading. People can read books anywhere anytime by using e-books, and it's much easier than by using real paper books.

But reading experience will be different by e-books or paper books. Real books give them more information. When turn over the page, they have to touch the paper. They can feel the texture and sound of the paper cutting the air. Touching real things cause a lot of sense.

We thought interactive experience can make by using these important elements of reading of real books and digital system like e-book has.

Interactive Picture Book constitute camera, projector and pop-up picture book. Camera and projector stored in desk light to make experience space comfortable.

Each page has marker to distinct pages by using camera.

We tried to expand immersive feeling and the world of picture books, and examine experiential systems that take advantage of the characteristics of books as interfaces.



## 目次

1.	序論 .....	1
2.	研究目的 .....	3
3.	先行作品とこれまでの制作 .....	5
3. 1	先行作品 .....	5
3. 1. 1	本とプロジェクタを用いた作品 .....	5
3. 1. 2	電子絵本 .....	6
3. 1. 3	考察 .....	8
3. 2	プロジェクタを用いた立体視仕掛け絵本 .....	8
3. 2. 1	概要 .....	8
3. 2. 2	展示 .....	11
3. 2. 3	考察と展望 .....	12
4.	本のインタラクティブ性 .....	13
4. 1	紙の本の特性 .....	13
4. 1. 1	物理的情報を持つ本 .....	15
4. 1. 2	人の行為によりストーリーが変化する本 .....	15
4. 2	インターフェースとしての絵本 .....	16
5.	絵本の制作に向けた考察 .....	18
5. 1	仕掛け .....	18
5. 1. 1	仕掛けの種類 .....	18
5. 2	判定方法 .....	20
5. 2. 1	パターンの特徴 .....	21
5. 2. 2	パターンの配置 .....	23
5. 2. 3	その他の判定方法 .....	26
6.	インタラクティブ絵本 .....	28
6. 1	概要 .....	28
6. 2	ハード .....	29
6. 2. 1.	プロジェクタ .....	31

6. 2. 2.	デスクライト .....	31
6. 2. 3.	机と椅子 .....	32
6. 2. 4.	仕掛け絵本.....	32
6. 3	時間表現に着目した本 .....	33
6. 3. 1	ストーリー.....	34
6. 3. 2	仕掛けとデザイン .....	34
6. 4	空間表現に着目した本 .....	37
6. 4. 1	ストーリー.....	38
6. 4. 2	仕掛け .....	39
6. 5	展示.....	42
7.	考察と今後の展望.....	43
8.	謝辞 .....	45
参考文献	.....	46

## 1. 序論

本の電子書籍化が進んだことにより、ひとつのデバイスのみで何冊でも持ち歩くことが可能になった。また、デジタルデータに変換することで、紙の本では不可能だった表現が生み出されたりゲーム性を持たせることで新しい体験ができるようになったりとひとことで本と言ってもその幅は広がり続けている。

中でも仕掛け絵本はデジタルに変換されたことにより、様々な表現手法が生み出された。印刷物である紙の本では不可能だったリアルタイムでのフィードバックが可能になり、ページ概念のあるゲームと言っても過言ではないくらいの作品が多く登場した。

紙の仕掛け絵本と比べるとその表現の自由度は明らかに高く、様々な電子化された仕掛け絵本、デジタル絵本が生み出されている。

動くものと動かないものでは、目を引くのは動くものである。デジタル絵本は仕掛け絵本よりも、読み手が操作することでキャラクターが動いたり背景が変化したりするため、人の関心を引きやすいのではないかと考えた。

仕掛け絵本に反応という意味で動きが無いのは実物体だからだが、それゆえに仕掛け絵本にはデジタル絵本にはない面白さがある。

触覚や操作方法など、電子化したことで失われた要素も多く、これらは実物体の本による読書のみに付随する体験である。

そこで仕掛け絵本にも動きを取り入れ、表現の幅を広げることで新たな読書体験を提案することができるのではないかと考えた。本と人の行為の関係性に着目しインタラクティブな体験を作り出すことを目的として、制作を行なった。

本論文は以下の構成をとる。

1 章は序論である。電子化された仕掛け絵本の表現と紙の仕掛け絵本が持つ特性との融合の可能性について述べ、本論文の構成を示す。

2 章では研究の背景を述べるとともに自身が制作した過去の作品からの学びについてまとめた。

3 章では本制作を行うにあたって、絵本とプロジェクタの親和性を感じられる作品と、人の行為が体験に関わる体験のできるデジタル絵本を先行作品として挙げる。また自身の制作した前作の概要と改善点も述べる。

4 章では、人の行為と本の関係に着目し、インターフェースとしての本が持つ特性について考察を行なう。

5 章では本作品を制作する上で考察すべき、仕掛けと判定方法について述べた。仕掛けについては人に行為をどう誘発するかに着目してまとめ、判定方法については前作から改善の必要がある点について言及する形で本制作に適した方法を提示する。

6 章では実際の制作物についてまとめる。使用した機材や器具などハードにあたる内容について述べた後、制作した二冊の絵本に含まれる仕掛けやストーリーなどを通してどのような体験が生まれることを期待したのかについて述べる。

7 章では本制作について考察し、今後の展望として本を用いた体験の拡張の可能性について述べる。

## 2. 研究目的

今日、デバイスで楽しむことのできるデジタル絵本と呼ばれる電子書籍が多くあり、電子化されたことで読書の難点であった持ち運びの問題が解決されたり実物体の絵本では不可能であった新たな機能や表現方法が生み出されたりとその幅は広がり続けている。[1]また、電子化することで、キャラクターの行動や時間変化などの主に動きに関する情報が紙の絵本よりも読み手に伝わりやすくなった。

その中には、電子である利点を活かしてゲーム要素を取り入れた作品も多く、動かぬイラストをただ追って読み進めていく絵本と比べると、デジタル絵本の方が面白いと感じるという結果が出ている。[2]

しかし一方で、電子書籍にはない実物体であるがゆえの面白さというのも紙の本にはあるのではないだろうかと考えた。

本を手に取り、ページをめくって読み進めて行くという読書の形は、本という媒体が生まれた時から長く続いている行為である。そこには、紙が手に触れる感覚であったり、ページをめくる時の紙が空気を切る音であったりと、紙の本で読書をするからこそ得られる体験が存在する。

そこで、人に馴染んだ読書の形を保ったまま、デジタルな要素を取り入れることで新しい体験ができるのではないかと考え、学部の卒業研究として、プロジェクトを用いた立体視仕掛け絵本を制作した。この制作については後の3章にて詳しく記述する。

その作品を展示した際の体験者の評価から、手でめくる形であるということが体験に大きな影響を与えていることが分かった。

さらに体験の質を上げるため、本本体への電子的な仕掛けをなくし、体験空間にも配慮を行うことが必要であると結論づけ、それらを改良することでよりインタラクティブな体験を作るということ目的に本制作を行った。

前作では、主に紙の本と電子書籍の体験の差に焦点を置いて制作したが、本作ではそれに加え、インターフェースとしての本が持つ要素に着目した。

本は「ページをめくる」という行為により、読み手に情報を与える。この行為は誰もが幼いころの学習を元に自然に行うことができる行為であり、新たな学習の必

要は一切ない。

さらに、仕掛け絵本にはページをめくるという行為以外にも、「開く」「引っ張る」「回す」などの仕掛けを作動するための行為があるが、これらも事前説明など無しに物理的な視覚情報のみで誘発できることが多い。

つまり、本に対して読み手が行う行為を入力と捉え、本が読み手に反応を返すことや読み手に情報を与えることを出力と捉えると、本は操作方法が周知されているという意味で、非常に操作性に優れたインターフェースであると言える。

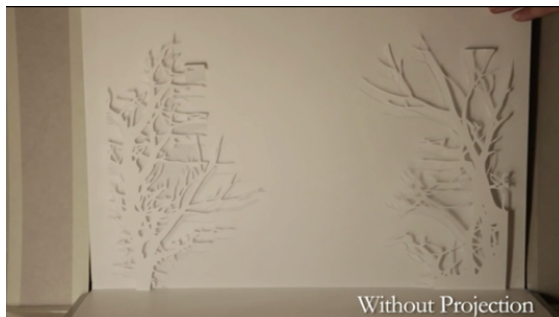
以上を踏まえ、人の行為に対して反応を起こすコンテンツという視点から、制作物にはゲームに類似したコンテンツがふさわしいのではないかと考え、ゲーム性を取り入れた仕掛け絵本の制作を試みた。本制作は、インターフェースとしての本が持つ操作性に着目し、電子的仕掛けと物理的な仕掛け絵本を組み合わせることによりインタラクティブな体験を作り上げることを目的とする。

### 3. 先行作品とこれまでの制作

#### 3. 1 先行作品

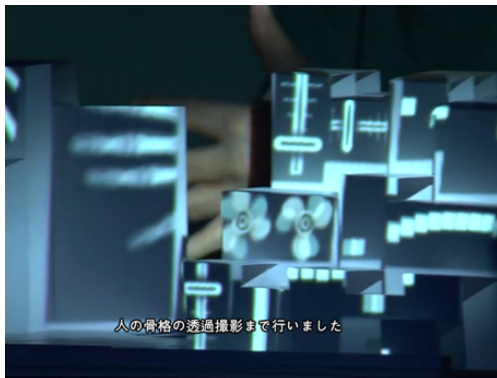
##### 3. 1. 1 本とプロジェクタを用いた作品

###### ・ The Ice Book[3]



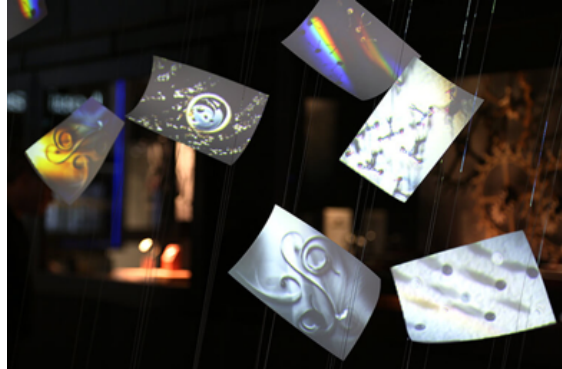
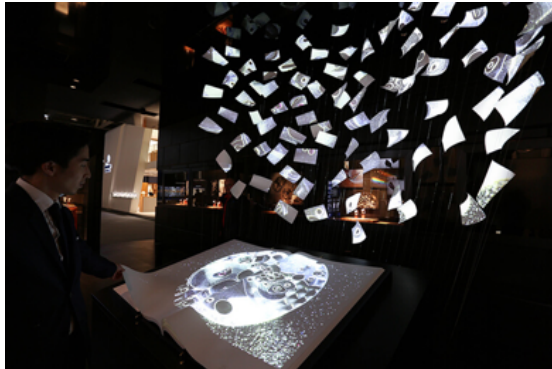
白い紙で作った立体仕掛け絵本にプロジェクションを行った作品. 映像がリアルな人や物を使った表現であるため, 単に紙の本として見た時と, プロジェクションを行っている時では印象が大きく異なる. 色は一切なく映像も白黒なため, 世界観に引き込む力が強いと感じた.

###### ・ The electric rise and of Nikola Tesla[4]



立体仕掛け絵本を用いて読み聞かせを行うパフォーマンス形式の作品. 投影されている動画と動きが非常に細かくリンクしており, 人にストーリーを理解させるための工夫がされている. まるでパフォーマーが本の中のキャラクターを操作しているかのような表現が行われるため, 魔法の絵本のように見える.

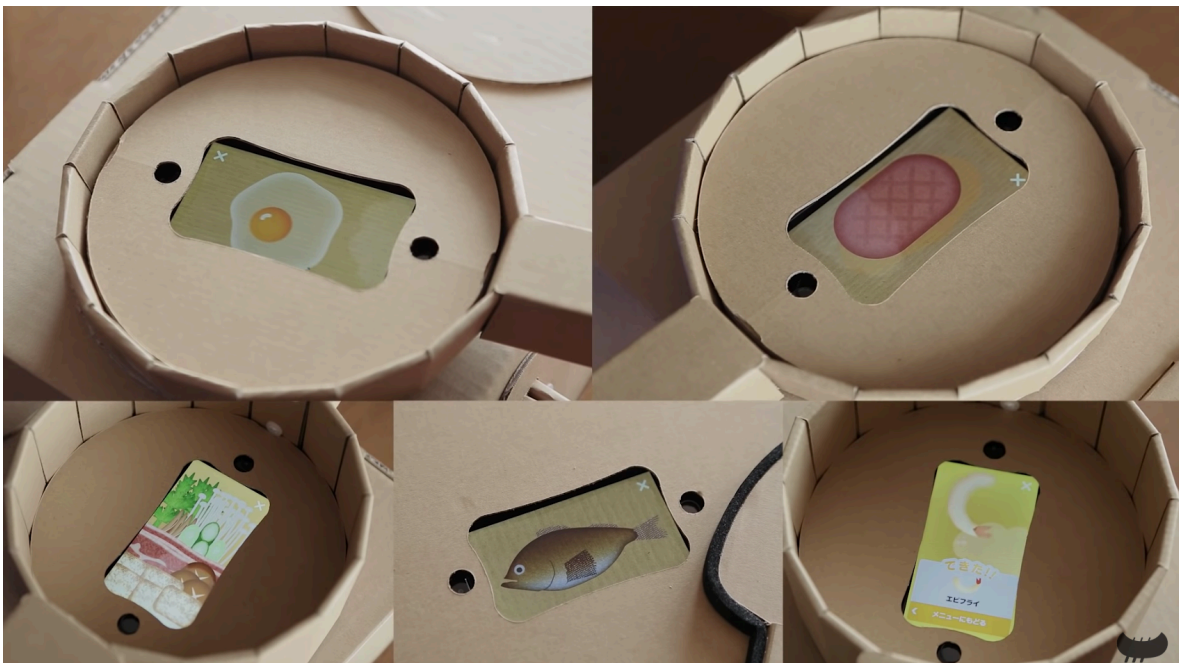
• Paper Photography[5]



大きな本に動画を投影した作品。大きな本に動画を投影した作品。本の上にはモバイルが設置されており、ページをめくるのに合わせて映像も変化し、モバイルにも絵が投影される。空間を広く使ったインスタレーションである。

3. 1. 2 電子絵本

• ダンボッコキッチン[6]



2015 年の「デジタルえほんアワード」[7]でグランプリに選ばれた作品。ダンボールで作られたフライパンやまな板にスマートフォンをはめ込んで、傾けたり、包丁で切ったりして料理を作ることができる。ままごとは子供の遊びの中でも主流だ



が、実際に火や刃物を扱わせることはできないという点を突いた作品で、リアルな体験を追求して作られている。

- ・拡張現実感技術を利用した仮想立体絵本[8]



絵本を手にしたままヘッドマウントディスプレイを装着し、持っている絵本を開くとその位置に 3D の映像が現れるという作品。体験者は本を読む動作をしながらも、実際目に映っているのは現実の本ではないため、見る角度を変えることで絵本から飛び出した 3D の物体を 360 度どこからでも楽しむことが出来る。

- vivid encyclopedia[9]



体験者はヘッドマウントディスプレイを装着して図鑑を開く．すると，手の上にその生き物が現れるという作品である．写真をマーカーにしてページを判定しているため，デザインの違和感が少ない．

### 3. 1. 3 考察

演出として，プロジェクタと本の親和性は高いと感じた．本来は印刷物であるため絵も文字も動かないが，プロジェクタで投影するという形にすることで絵が動き，表現の幅を広げることが可能になる．

どの作品も，体験者から視覚的に分かるような判定システムではなく，体験者の行動や，マーカーだと気付かれない要素などを判定に用いているため，体験空間が自然であった．

本制作では，裏の電子的な部分に意識を向けさせないような配慮を行った上で，さらに体験の形も普段の読書と変わらぬ環境を作り，より没入感を与えられる空間の形成を試みる．

## 3. 2 プロジェクタを用いた立体視仕掛け絵本

### 3. 2. 1 概要

学部の卒業研究として制作を行った，立体視をテーマに制作したインタラクティブ絵本である．[10]センサの仕込まれた絵本，絵本を置くための台，小型プロジェクタの3つで構成されている作品で，簡単な立体視が見ることの出来る仕掛けが仕込

まれている。



図1 プロジェクタを用いた立体視仕掛け絵本

観覧者に驚きの体験を与えるという観点から、コンテンツとして大道芸を選択した。1冊3ページの絵本を2冊制作し、それぞれの本のタイトルを大道芸の演目にし

た.

体験者はテントを模した台の上に選んだ絵本を置いてページを開く. (図 1)

台の真上には小型プロジェクタが設置されており, 開かれているページに対応した動画を絵本に投影が行われる. 立体視の仕掛けがあるページは絵本本体を見るのではなく, 台の中をのぞいて楽しむようになっている.



図 2 体験イメージ

ページ判定には赤外線 LED と受光素子が付いたフォトリフレクタ LBR-127HLD を使用した. 上に物があると LED の光が反射されて返ってくるためページが閉じているとし, 反射光が返ってこない時が開かれていると判断するようにした.(図 3)

絵本の各ページにセンサを仕込み, 開かれているページ番号を openFrameworks で受け取ってプロジェクタから投影をした.(図 4)

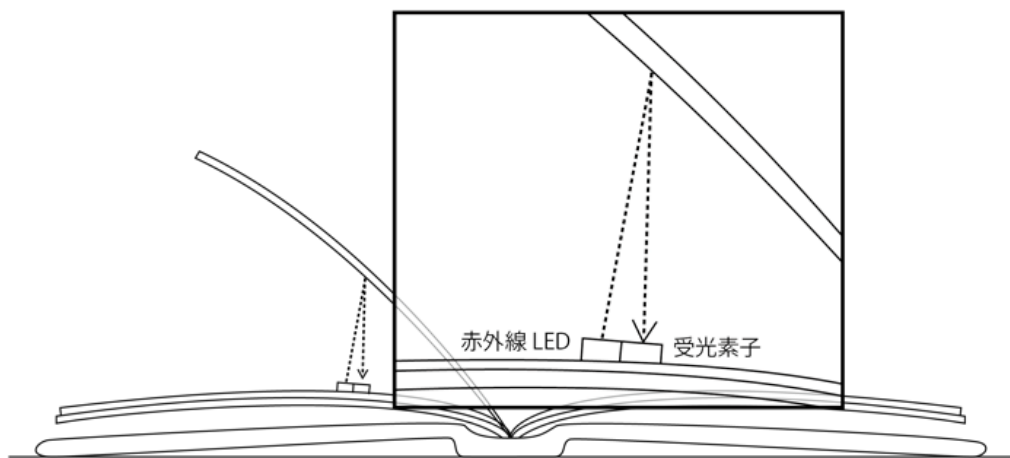


図3 センサを用いたページ判定

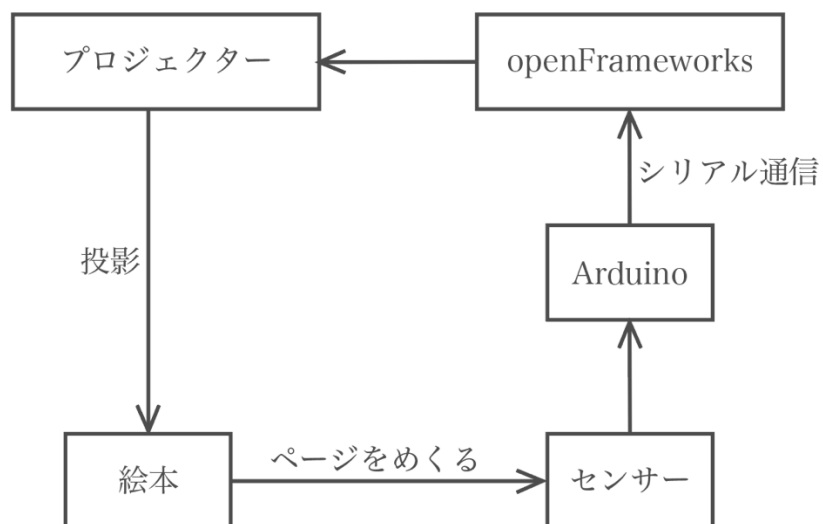


図4 システム構成図

### 3. 2. 2 展示

平成 29 年 4 月に日本科学未来館で開催された「Tokyo ふしぎ祭 (サイ) エンス」[11], 8 月にイオンモール多摩の森で行われた「キッズサイエンス」で展示を行った。

本を開き投影が始まると驚きの声を上げる子供が多かった。投影の下に手を出したり, ページを行き来したりして, なぜ演出が変わるのかを理解しようとする姿が見られた。

暗室での展示を想定して制作したが,どちらの展示も自然光の届かない明かりのついた室内で行ったため,プロジェクションが想定よりも鮮やかに映らなかった.体験者からは,「寝る前の読み聞かせ用だったら面白い」「テーマパークなどの娯楽施設に合うのではないか」などの意見が得られた.

### 3. 2. 3 考察と展望

技術の発展が進むにつれて電子デバイスが普及し,幼い頃からスマートフォンやタブレットが身近な存在である子供が増えた.そのため,開いたらプロジェクションが行われる絵本も驚きの対象ではないのではないかと考えていたが,展示の様子を見るに本作品にも目新しさを感じていたようだった.どこに仕掛けが隠れているのかを探すように絵本で遊んでいたことから,やはり一見何の電子的な細工もない紙の絵本をめくるだけでデジタルな演出が始まるというところに興味を惹かれたのではないと思う.これは子供だけに言えることではなく,人は視覚的に仕組みが理解できないと「面白い」と感じるということを意味していると考えた.

以上のことを踏まえて,体験とシステムの二つに分けて改善する必要がある点考えた.

体験の方は,まず流れを体験者に理解してもらうためのデザインが十分でなかった.台の上に本を置く,そのままの状態でページを開く,立体視のページではテントの中を覗き込むといった体験の流れがデザインだけでは伝わらなかったため,言葉での説明が必須となっていた.また,裏側のデジタルなシステムを感じさせずに体験してもらうための反省点としては,本がコードで繋がれていたことやプロジェクタがむき出しで設置されていたことなどが挙げられる.

システムについては,ページ判定のためのセンサを絵本自体に設置してしまったため仕掛けに気づきやすくなってしまったことや,フォトリフレクタを用いた判定では精度が環境に依存してしまうため最善ではなかったと言える.

## 4. 本のインタラクティブ性

### 4. 1 紙の本の特性

電子書籍が誕生した現在においても、紙の本には実物体であるがゆえの価値があり、その中には電子化することによって失われてしまう本自体が持つ特性が存在すると前田らは述べている。[12]

例えば、本は、何かを記すための媒体として古くから親しまれている。様々な記録用媒体が生み出された現在でも、記録と本の結びつきは強固なものである。

データでの記録保存は紙に比べて圧倒的にコンパクトで、さらに実物体ではないので経年劣化を起こすこともないが、データを読むためには専用の機器や環境が必要となる。一方、本は実物体であるがゆえに、何年経っても環境にとらわれず情報を読み取ることが可能である。

また、本は空間把握と時間把握をするのに長けている。浅沼らはページという概念によって生み出されたこの特性について、仕掛けを用いた試作を踏まえて考察を行なっている。[13]

この特性について例を挙げると、小説など主に文字による表現をまとめた本では、ページをめくることは時間を進めることを意味し、写真集や地図帳などの主に画像をまとめた本では、空間を移動することを意味している。また、全体のどのあたりを読んでいるのかが物理的に分かったり、現在のページを境に過去と未来がはっきり把握できたりと、読んできた道筋を感覚的に理解することが可能な媒体である。これらを踏まえ、本は感覚的に空間や時間を捉えることができるインターフェースであると考えた。

また、電子書籍にも、本が持つ特性を生かそうとする試みが見られる。

例えば、Amazon Kindle[14]では、紙の質感を再現した液晶を用いてできる限り紙の本で行われていた読書体験に近づけようとしている。また、デジタルに変換した時点で、ウェブサイトなどと同様にただ一方向にスクロールするデジタルな文章形式に変えることも可能になったはずだが、電子書籍はページという概念を保ったまま、あくまで媒体を紙の本からデバイスに変化させるだけに留められている。この



ように、ページをめくって読み進めるという、本と同様の読書体験を再現しようとする工夫が施されているところからも、本は記録を読み取るための優秀なインターフェースであると考えられる。

しかし、紙の本から電子書籍に形を変えたことで、実物体であるがゆえの物理的情報が失われたと考えられる。

本の要素を大きく二つに分けると、内容や表現といった「情報」と、操作や質感といった「物質」で示すことができる。

つまり、「情報」とは電子書籍にそのまま移すことが可能な要素を示し、「物質」とは紙の本でしか体験できない要素を示している。

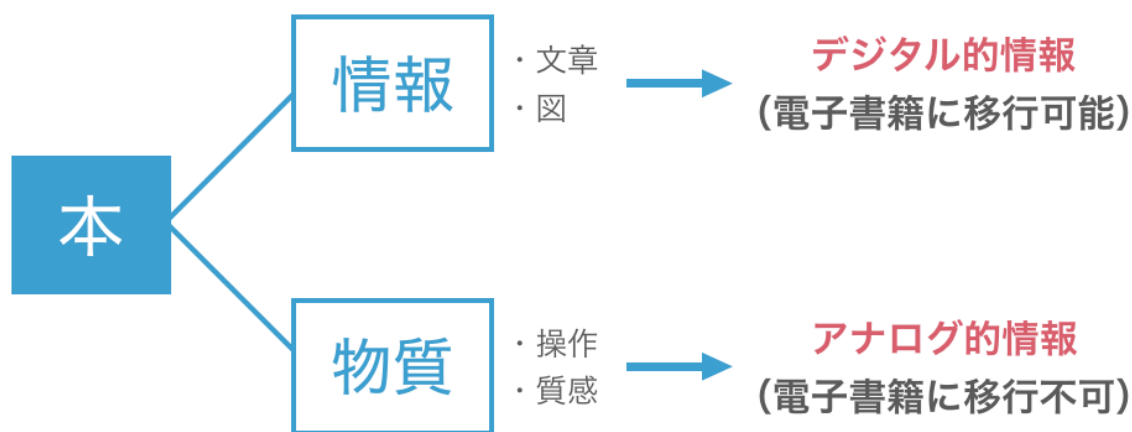


図5 本の構成要素

しかしこの「情報」については、電子書籍の方が優れていることもある。デジタル絵本を例に挙げると、紙の本では叶わなかったリアルタイムでの反応が可能になったことにより、表現の幅は広がったと言える。

また、紙の本では読み手の行為を制限することができない。仕掛けを作動しなくともページをめくれば先を読むことが可能であり、読み手の行為がストーリーに関与することもない。そのため、没入感という点では、読み手の行為にリアルタイムで反応を返すデジタル絵本の方が優れていると考えられる。



#### 4. 1. 1 物理的情報を持つ本

物理的情報を多くもつ本の一つに、仕掛け絵本が挙げられる。仕掛け絵本は、ページを開いたり、紐を引いたり、ボタンを押したりすることで仕掛けを作動して、変化するイラストや再生される音などを楽しむ絵本の一種である。

これらの仕掛けは、読み手がそれを作動することで物語に関与することができる仕組みであると言える。ほとんどの場合、結末を左右するほど大きくストーリーを変動させることはできないが、仕掛けには何らかの驚きや楽しさといった情動を誘うための仕組みが施されている。

また、この仕組みを用いることで、空間を使った表現や、キャラクターの動きや情景の変化を表現することが可能になる。年齢問わず容易に作動させることができるため、主に子供向けの絵本で用いられる手法である。

#### 4. 1. 2 人の行為によりストーリーが変化する本

人が本のストーリーに関与できる本の一つとして、アドベンチャーゲームブックが挙げられる。

アドベンチャーゲームブックとは、1980年代に流行したゲームと本を融合させた本の種類である。ルールは本により多少異なるが、サイコロやルーレットなどを用いて読むパラグラフを決定したり、末尾に書かれている数字のパラグラフへ飛んだり、選ぶものや運によってストーリーが変化しマルチエンディングを迎える。

これは、印刷物であるがゆえに本来一切変動のない直線的なストーリーしか描けなかった本に、ストーリーの幅をもたらしことのできるゲーム性を取り入れた仕組みであった。

しかし、あくまで本であるため、読み手の行動を制限する力は持たない。コンピュータゲームは決められた行動を体験者が行わなければ先に進めないが、本であればページを飛ばすことで先のシーンを見ることも可能である。ゲームブックとコンピュータゲームを比較すると、その制限による没入感が一番大きな差なのではないかと考えた。

また、体験者は、キャラクターを動かしたり、ゲーム世界の住人に話しかけたりすることによって、自分の行動でその世界が変わって行く過程を見ることができる。体験者の行動によってリアルタイムで画面が変化するコンピュータゲームは、印

刷物であるゲームブックと比べると圧倒的に人を引き込む力が強いのではないかと推測される。

#### 4. 2 インターフェースとしての絵本

本は入力インターフェースと出力インターフェースが一体となっている上、その行為は変換されることなく直接変化の内容と一致している。

例えば、一般的なデスクトップコンピュータではキーボードやマウスでの操作による入力により、画面による出力が行われるので、インターフェースは二つに分かれてしまっている。また、タブレット端末では、画面に触れる形での入力が可能になったことによりインターフェースは二分化しなくなったが、やはり操作方法は「タップ」「フリック」「スライド」といったタッチパネル専用の動きであり、どちらも行為の内容がそのまま画面内の変化に繋がることはない。電子絵本でも、紙の仕掛け絵本と同様、扉を開いたり、物を動かしたりする仕掛けが取り入れられていることがあるが、実際に読み手が行なっている行為は「開く」や「つまむ」ではなく、「タップ」というタッチパネル専用の動きである。

つまり、物理的情報を失った電子絵本では、行為が一度デバイスによって変換されてしまう。

これはコンピューターゲームでも同じことが言える。

体験者はコントローラーに設置されている記号のついたボタンを押したりジョイスティックを傾けることで、ゲーム内のキャラクターがドアを開いたり、車の操作をしたりする。

つまり、絵本というインターフェースを用いることで、このコントローラーによる操作の変換を無くすことが可能だと考えた。

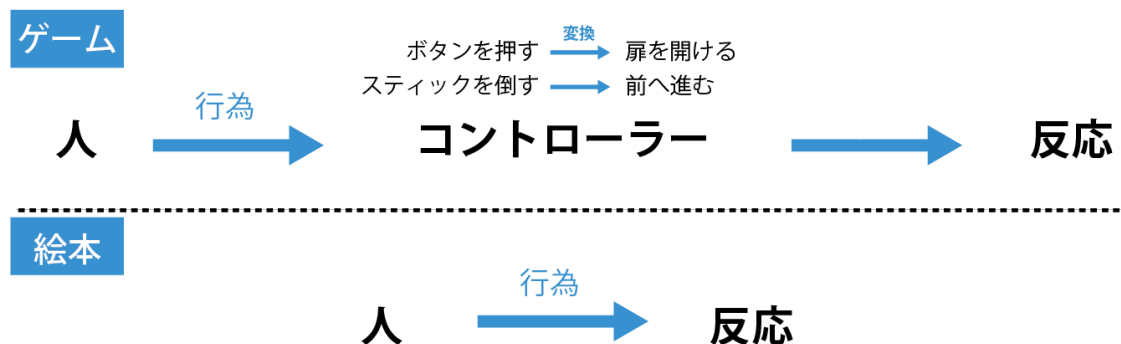


図6 ゲームと絵本の人の行為と反応の関係の比較

また、コンピューターゲームで遊ぶためには、コントローラーの操作を学習するという過程がなくてはならない。同じハードウェアであってもソフトウェアによって操作方法は異なるので、その都度学習が必要になる。

その点、仕掛け絵本を楽しむのに学習は必要ないことも大きな利点である。誰もが日常生活の中で行う行為がほとんどであるため、言葉やイラストによる説明は必要ないことが多い。

以上を踏まえ、本制作では「物質」でのみ表現可能な物理的情報に焦点を置いて体験を作り、それに加え電子化することで可能になったストーリーの自由度やリアルタイムで反応する表現を取り入れることで、実物体の本を用いてインタラクティブな体験を作ることを目的とした。

## 5. 絵本の制作に向けた考察

### 5. 1 仕掛け

絵本は入力インターフェースとして捉えられる。入力インターフェースはゲームにおけるコントローラーであり、それを絵本に置き換えると、仕掛けはボタンやジョイスティックにあたると考えた。

つまり、仕掛けは読み手がストーリーに関わるための手段であるため、行為を誘発するために必要な要素や没入感を与えるための表現を取り入れる必要がある。そのため、仕掛けについての考察を行った。

#### 5. 1. 1 仕掛けの種類

仕掛けは物質的な仕掛けと情報的な仕掛けの大きく二種類に分けることができると考えた。

物質的な仕掛けとは、「開く」「引く」「回す」など、立体的な視覚情報のみで察して作動することのできる、基本的な仕掛け絵本でよく見られる仕掛けのことである。

それに対してもう一方の情報的な仕掛けとは、物理的な情報ではなくストーリーやイラストに依存しており、それらによって誘導されないと、体験者は仕掛けの作動方法が分からない。

また、これらの仕掛けは、キャラクターの心情や状況によって「触れる」という一つの動作の中にも「撫でる」「なぞる」「隠す」「覆う」など異なる意味合いを持った動きが生まれる。

情報的な仕掛けは本来、紙の仕掛け絵本に対しては行われない行為であり、これらはタブレットなど、画面が入力インターフェースになっていると分かっている時のみ行われる。なぜなら、読み手の行為に反応を返さない紙の本に対して行っても無意味であると認識されているからである。

人が仕掛け絵本に対して行う操作とその操作例、その結果起こる絵本上の反応、そして人が行なっている行為を、物質的な仕掛けと情報的な仕掛けの二つに分けて

以下の表にまとめた。

表 1 仕掛けの分類

	操作	操作例	反応	行為
物質的な仕掛け	めくる	・ ページをめくる	場面変化	めくる
	開く	・ 扉を開く ・ プレゼントを開く	現れる	めくる
	閉じる	・ 窓を閉じる	戻る	めくる
	引く	・ 紐を引く	現れる	引く
	回す	・ ダイヤルを回す	現れる	回す
	押す	・ ボタンを押す	音が鳴る	押す
情報的な仕掛け	触れる	・ 光るところに触れる	物語依存	触れる
	なぞる	・ 点線をなぞる		
	覆う	・ キャラクターを隠す		
	撫でる	・ 動物を撫でる		
	こする	・ 汚れをこする		
	傾ける	・ 物を転がす		持つ
	揺らす	・ 物を落とす		
	ひっくり返す	・ 重力方向を逆にする		

表に記入した操作例は一部であり、その種類は無限にある。そのため、仕掛けは作動方法が分かりやすくなければならない。

前述したように、物質的な仕掛けの方は、紙の端が少し浮いているなどの立体的な視覚情報に加え、開いてほしい仕掛けには扉のイラストを描くなどの視覚的な手法でも対処することが可能である。

しかし、情報的な仕掛けに対しては、行為を誘発させるための仕組みが別途必要になる。ストーリーに沿っていることはもちろんのこと、言葉やキャラクターの動きを用いて、読み手に行為を起こさせなければならない。

## 5. 2 判定方法

学部時の制作の展示では、ページ判定用に赤外線センサを本に取り付けた上、無線化せずに展示を行ったことにより、体験者に電子的仕掛けを認知させてしまうことや、体験の自由度の低さが問題として挙げられた。

それらを改善するため、本自体に電子的仕掛けは一切行わずに、今回はカメラを用いて任意の画像を認識する方法でページ判定・動画投影を行った。画像認識の処理の実装にOpenCVを用いた。

色で判定する方法や輪郭を検出する方法もあるが、明るさに左右されない方法でなくてはならないことや、人の手がカメラに写り込んでしまっても正確に認識できなくてはならなかったため、それらは適していないと判断した。また、カメラには本と机しか映らないため、精度の高い画像認識をする必要はないが、人がページをめくった瞬間に反応することができる速度が必要だったため、特徴点を抽出して一致度により画像を認識する手法を選んだ。

画像認識方法の中で主流なもののひとつとして、四角い白黒のパターンで作られたARマーカーを用いた手法が挙げられる。

しかし今日ARマーカーは広告などで日常的に用いられているため、情報を読み取ることのできるマークであるとすでに周知されている。よって、絵本の中にARマーカーを用いると、そこに仕掛けがあることを事前に知らせてしまうことになる上、容易に検出出来るよう白黒の四角いパターンを用いなければならないため、デザインの自由度を下げってしまう。

また、人が手に取って体験を行うものである以上、手がマーカーの上を通過してしまうことも考えられるが、ARマーカーによっては一部でも覆われてしまうと読み込みが出来なくなることもあるため、仕掛け絵本とは相性の悪いページ判定方法であると考えた。

以上を踏まえ、自然特徴点による判定方法を選択した。あらかじめ読み込んだ画像から特徴点を抽出し、カメラの取得した画像と一定数特徴点が一致すると認識される方法である。特徴点とは、色が大きく変わるところに打たれる点のことであり、一般的には線や角がそれにあたる。

この手法を用いると、一部が隠されていても判定が可能になる。またマーカの形や質に縛られることもなく自由に制作できるため、この手法を選択した。**OpenCV**には特徴点の検出アルゴリズムがいくつか実装されているが、本作では、比較的高速な検出が可能であることから、**ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF)** というアルゴリズムを採用した。

開いているページ内にマーカがあるか無いかの情報をカメラで取得するため、判定したい内容によって、それぞれの意味するものが異なる。

「開く」という仕掛けを例に出すと、開かれたことによって見えなくなる表紙、または開かれた結果隠されてしまう開く仕掛けの外側にマーカを置くと、マーカが見えなくなったことが仕掛けの作動を示すが、開かれたら見える位置にマーカを置けば、カメラがマーカを捉えたら仕掛けが作動されたと判定するようにしなければならない。

これらは、その仕掛けを体験者のどのような動きで作動するかなどを踏まえて考える必要がある。

### 5. 2. 1 パターンの特徴

今回、判定に使うために制作した絵柄をパターンと呼ぶこととする。

インターフェースとしての本と人の行為が持つ関係を明確に感じられる体験を作るためには、速く正確な反応が必要である。そのため、**OpenCV**に実装されている**ORB**のデフォルトの設定でも十分な精度を得られるよう、色は白黒でいくつかのパターンを試作し、実際に認識させた。（図7）

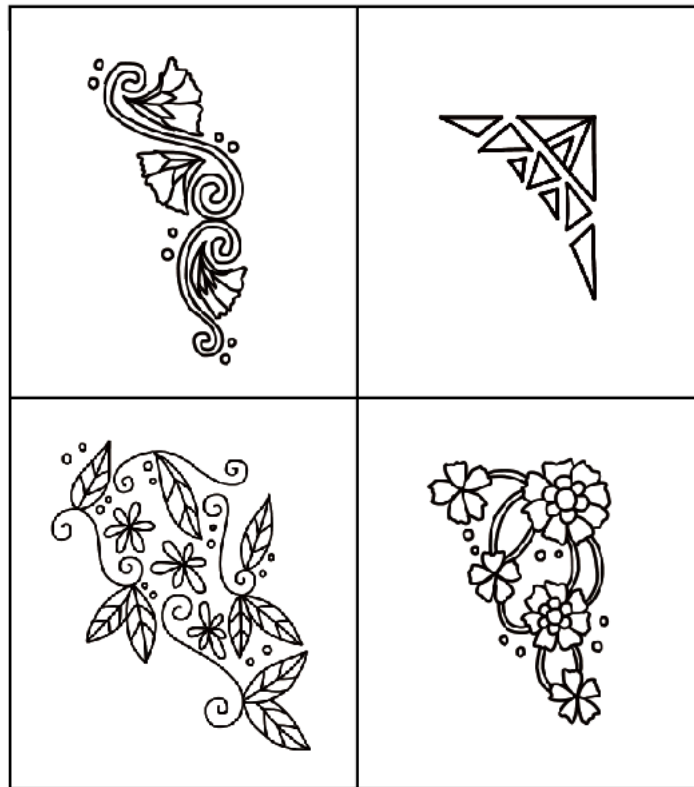


図7 試作パターン

いずれのパターンも認識することはできたが、左下のものは特徴点が少なかったことから、今回判定用に用いたカメラでは、画質の関係で線が細いと特徴点を取りづらいようだった。また、右上のパターンが一番安定的に認識できたところから、やはり曲線よりも角の多いパターンの方が特徴点を多く取ることができることがわかった。

また、実際絵本を制作する際には、判定用パターンとして単独でイラストを作るのではなく、背景イラストから一部を切り取って判定用パターンにすることで、体験者にどのイラストが判定用パターンなのか気付かせることなく判定を行えるのではないかと考えた。

この方法で判定用パターンを作るのであれば、試作によって得られた特徴に留意して判定用パターンとそうでないイラストを描きわける必要がある。パターンではない単なる背景イラストなどが特徴点として認識されないようにするため、



明度を上げたり，線を細くしたりする配慮を行うことで，誤作動を減らしたり負荷がかからないようにすることが可能である．

### 5. 2. 2 パターンの配置

パターンには，ページ判定用と仕掛けが作動されたことを察知する仕掛け判定用の二種類が存在し，それぞれの役割に応じた位置に配置する必要がある．

まず，ページ判定用のマーカーの方は動画投影用の座標も取得しているため，そのページが開いている限りカメラが常に取得できるようになっていなければならない．そのため，体験者がページをめくった際や，仕掛けを作動した時に，手で隠れてしまわない位置に配置する必要があった．

また，本を開いた際の歪みなどにも影響されないように，開いた時にすぐカメラに映る外側に配置した．

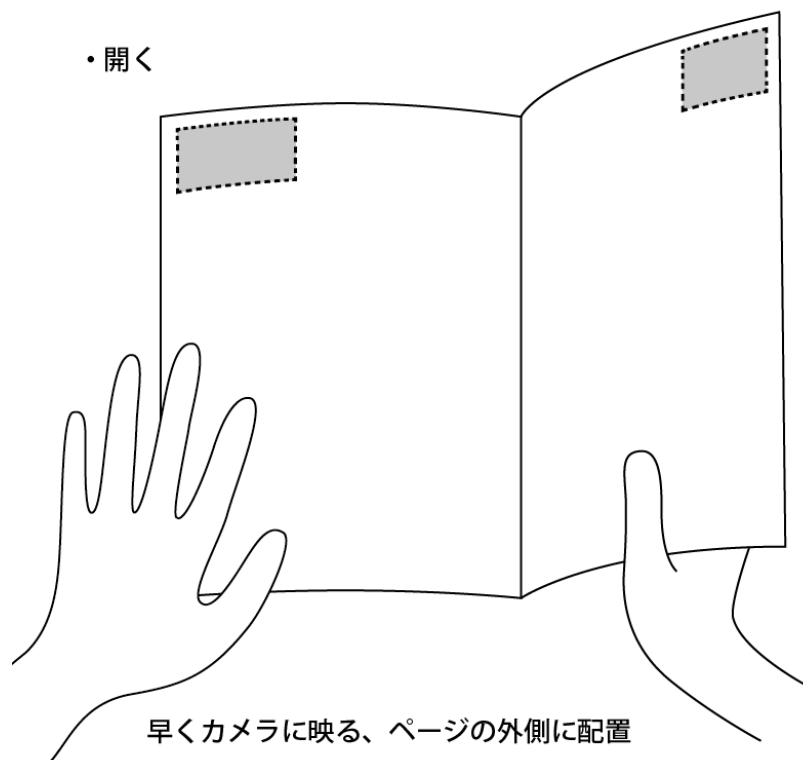


図8 ページを開いた時の手とパターンの位置関係

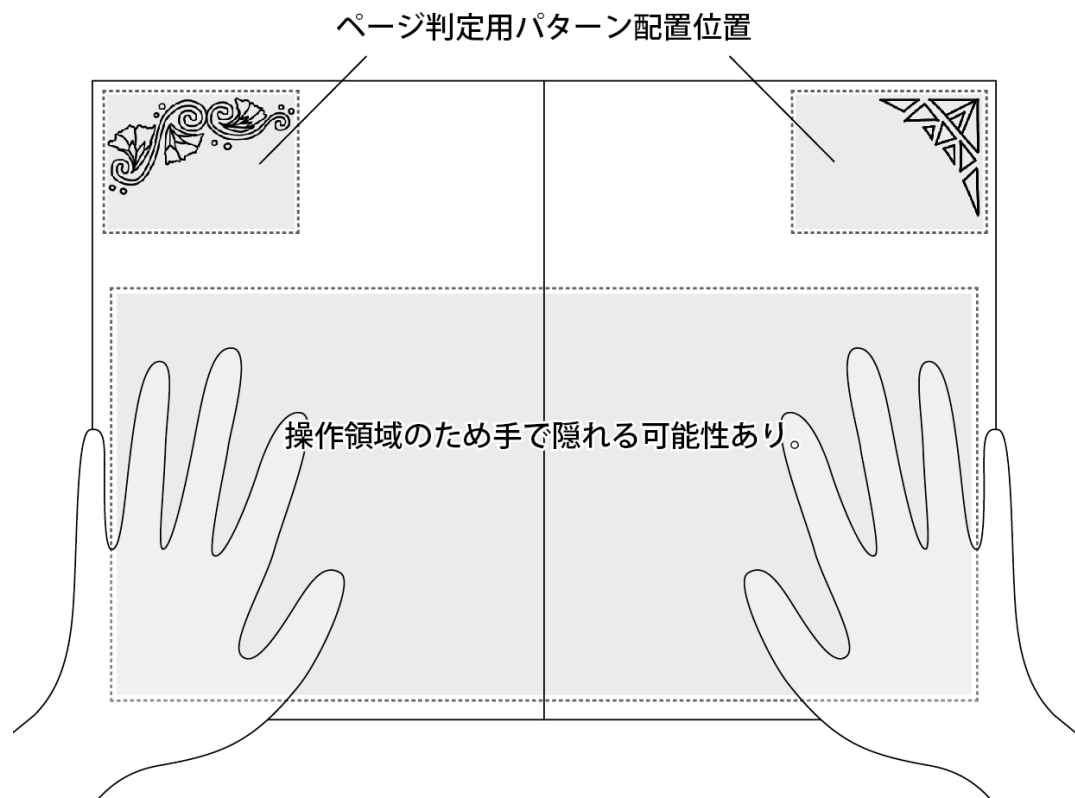


図9 ページ判定用パターンの配置図

一方、仕掛け判定用パターンは、仕掛けの種類により配置が異なる。

「めくる」であれば、完全に開いた状態になって初めてカメラが取得できるようにすることと、紙をつまんだ指で隠れてしまわない場所にしなければならない。そのため、折り目に近い真ん中が最適である。（図10）

「触れる」「押す」など指先で触れる仕掛けでは、体験者が全て右手で操作すると仮定すると、左ページの仕掛けに触れている時に右側の判定用パターンを隠れてしまわないように右のパターンの方が上になるように配置しなければならない。（図11）

それに対して、「覆う」「隠す」など手全体を使った操作では、なるべく下の位置にパターンを配置することによって他の仕掛けに干渉しないよう配慮することが必要である。（図12）

・めくる

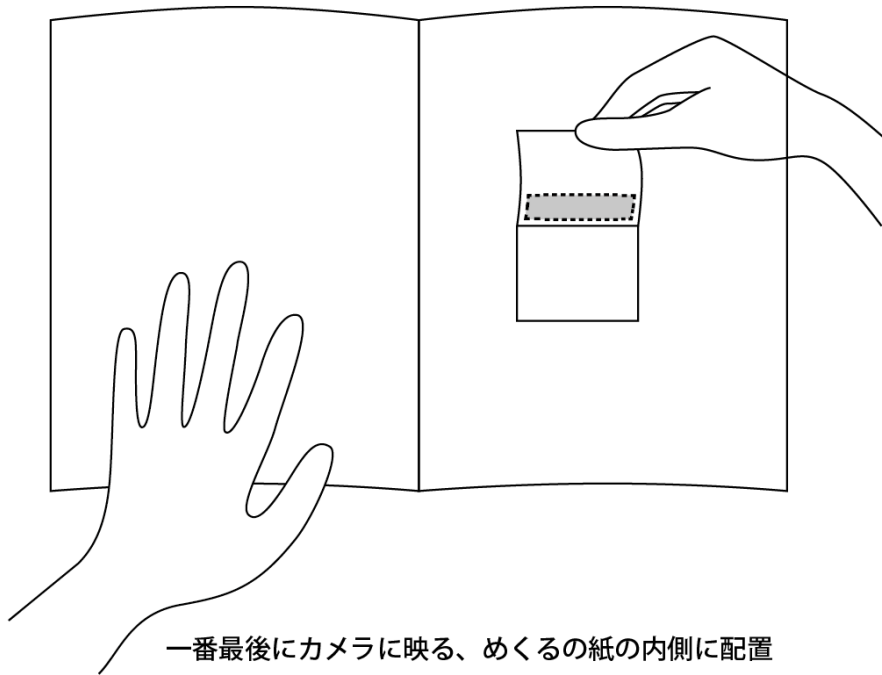


図10 「めくる」仕掛け作動時の手とパターンの位置関係

・押す、触れる

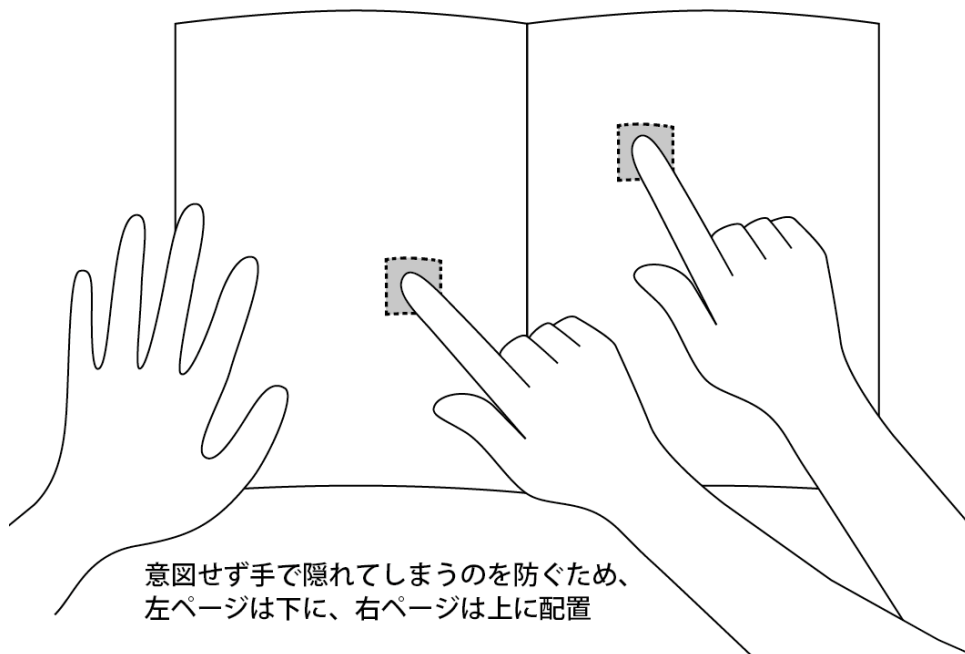


図11 「押す」「触れる」仕掛け作動時の手とパターンの位置関係

・覆う



図12 「覆う」仕掛け作動時の手とパターンの位置関係

### 5. 2. 3 その他の判定方法

上記で述べた「覆う」「隠す」などの仕掛けでは、色を使った判定方法を用いることもできる。肌の色を取得し、それが正しい位置にあるかどうかで判定する手法である。（図13）

しかしこの手法で判断するには絵本本体に色がないことが条件になるため、絵本のストーリーや世界観によって、よりふさわしい判定法を選ぶ必要がある。

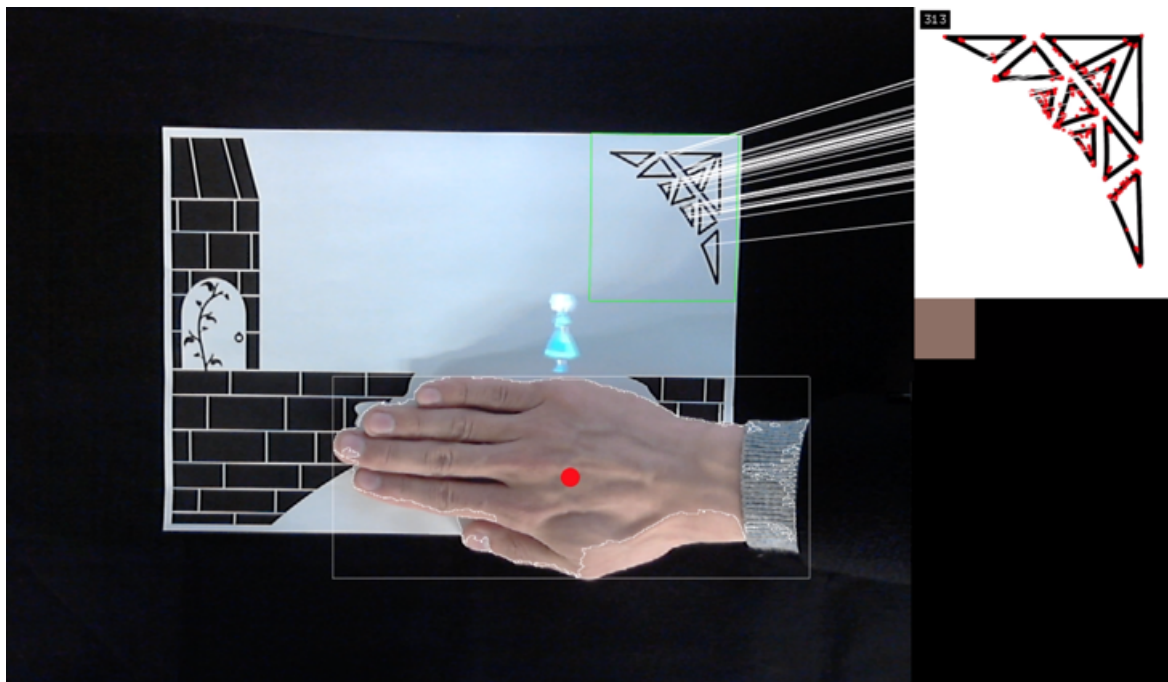


図13 肌の色によるページ判定

## 6. インタラクティブ絵本

### 6. 1 概要

今回制作したインタラクティブ絵本は、ページをカメラ画像で判定し、仕掛け絵本に動画を投影することで、絵本の世界を拡張し、読み手の行為がストーリーに参与する体験をすることができる作品である。

本作品は、ページ判定用カメラと投影用プロジェクタを格納したデスクライト型インターフェースと、机、仕掛け絵本で構成される。

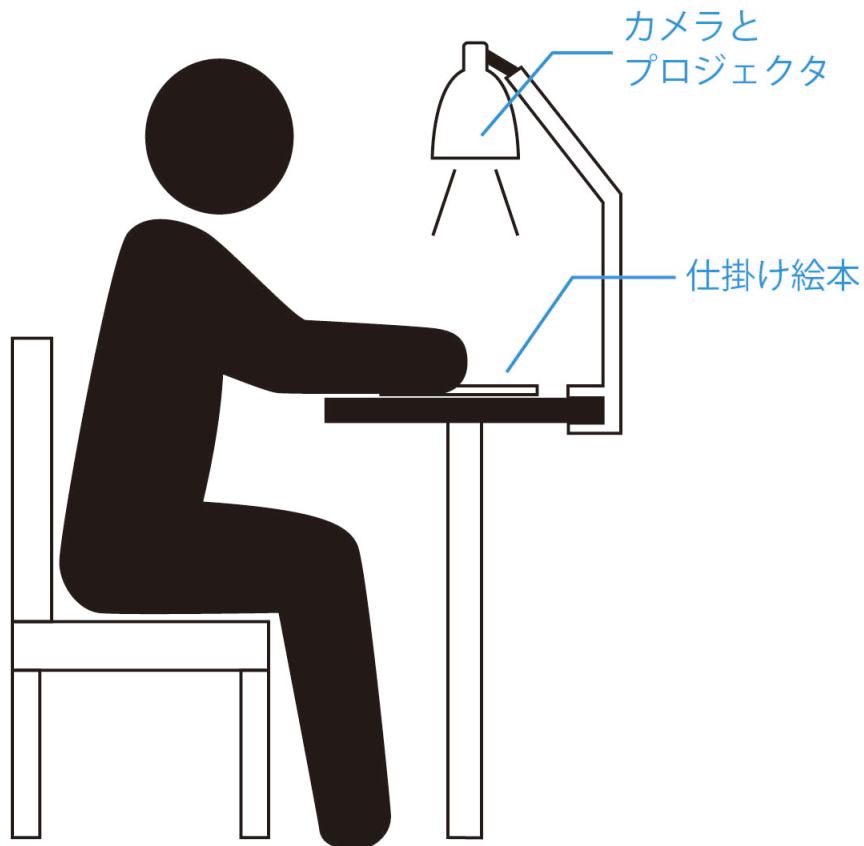


図 14 体験イメージ



図15 プロジェクタと仕掛け絵本

## 6. 2 ハード

前作では体験者から見えるところにプロジェクタを配置していたが、より体験に没入する空間を作るため、カメラとプロジェクタが一体になったハードを制作した。



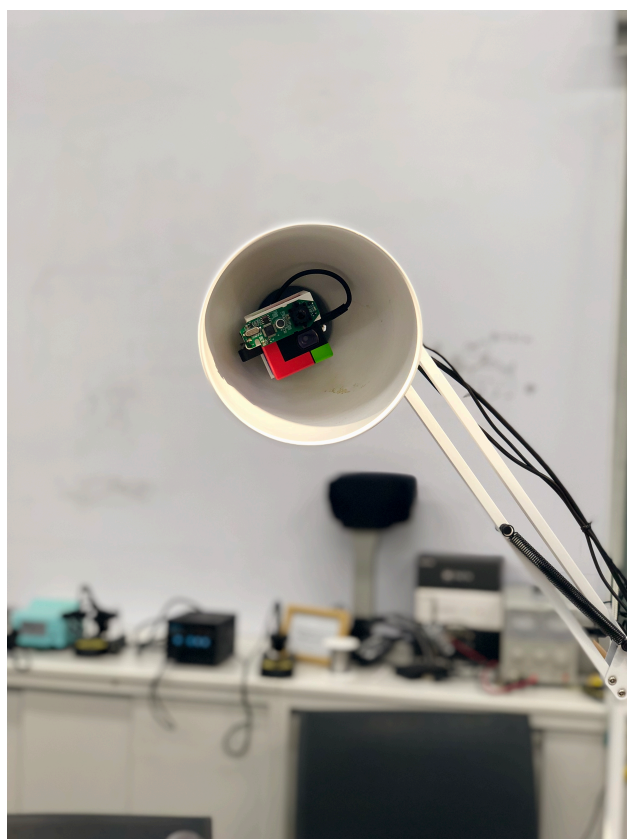


図16 デスクライトの内部

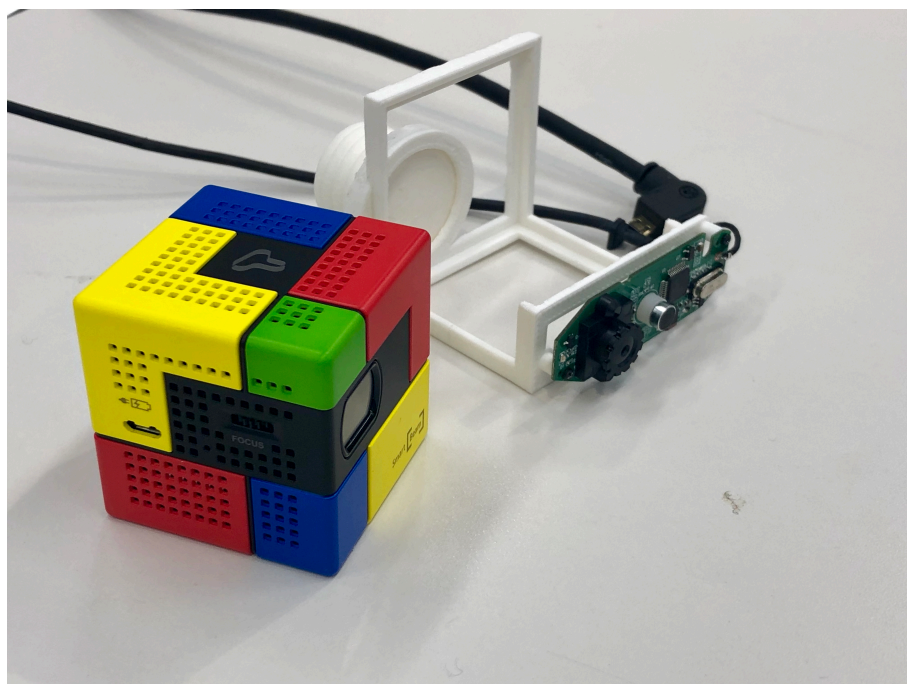


図17 カメラとプロジェクタ



インテリアとして馴染み深いデスクライトの中にカメラとプロジェクタを格納することにより，様々な空間での親和性が増した．また，ライトの下で本を開くという行為自体，違和感のない日常的な行為であるため，より自然な体験ができる空間で遊ぶことが可能になった．

#### 6. 2. 1. プロジェクタ

150mm×150mmの正方形の絵本に投影を行うのに合わせた投影画角が必要である．また，デスクライトのヘッド部分にプロジェクタとカメラを格納しなければならないので，小型のプロジェクタを選択した．

#### 6. 2. 2. デスクライト

上記の画角にするため，高さがあり，かつ真上からの投写ができるよう角度の調節が可能なデスクライトを選択した．

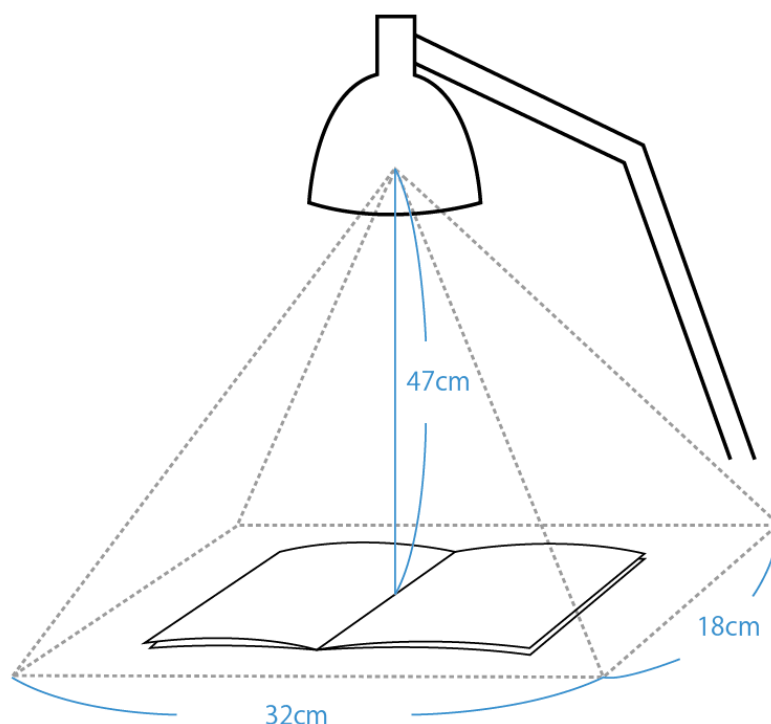


図18 デスクライトからの距離と投影画角

### 6. 2. 3. 机と椅子

正確な色をカメラで取得できるよう，机は白を選択した．また光を反射しないように，白い布を引いた机で体験を行う．またデスクライトの下で本を読む時と同じ体勢を作るため，机の高さにあった椅子を用意して体験空間を作る．

### 6. 2. 4. 仕掛け絵本

実物体の本の特性である時間表現と空間表現のそれぞれに着目した二冊の仕掛け絵本を制作した．各16ページずつで見開き8ページあり，そのうち仕掛けが施されているのが各12ページの見開きで6ページである．

判定の精度を上げるため，パターンがはっきりカメラに映るようにしなければならない．そのため，紙がしならないよう強度の高い紙を用いてパターンが歪むのを防いだ．また，開いた時に紙が見開きの状態で平らになるよう注意して製本を行った．



図19 制作した二冊の仕掛け絵本

### 6. 3 時間表現に着目した本

ページをめくるとストーリーが進むという本の特性に着目し、それを体験の中で実感してもらうことを目的に制作を行った。

各ページで与えられるタスクをクリアしなければ先には進めない。そのため、ページを飛ばして読むことは叶わず、体験者は必ず1ページずつめくり、指示に沿ってタスクをクリアする必要がある。同様に、一度過ぎたページに戻っても最初を開いた時と同じ反応は起こらない。また、キャラクターの投影されているページが「今」であり、それより前のページは「過去」、それより先は「未来」であることをより強調するためのストーリーを考えた。

このシステムを用いることで、デジタル絵本と同じように体験者の行動を本というインターフェースで制御することができる。

体験者の行動は一方的ではないことを実感できるよう、ストーリーに関与する形で反応を返すようにした。



図20 時間表現に着目した本

### 6. 3. 1 ストーリー

体験者は主人公を助ける存在として設定した。そのため三人称視点であり、体験者にはキャラクターが与えられていないため、主人公の物語を追っている読み手としてストーリーを見守る立場である。

主人公は左ページから右ページへと進む。各ページにある障害を体験者が取り除くことで、主人公が右ページの先へ消えていく。そのことが次のページへ移ることを示している。

また、紙の本と電子的な仕掛けを組み合わせることによる利点を活かすため、印刷物である本では一つの結末にしかたどり着けなかったところに着目し、二つの結末を用意した。一つは指示通りに各ページのタスクをクリアして最終ページまで進めばたどりつける結末、もう一つは一度目の体験の中で得た学びを活かすことで迎えられる結末である。

### 6. 3. 2 仕掛けとデザイン

基本的に、仕掛けは主に主人公の反応や周囲のイラストから何をすべきか察することができるようにした。

物質的な仕掛けと情報的な仕掛けを織り交ぜて配置することで、体験が拡張されていることをより感じさせることができるのではないかと考えた。仕掛け絵本の要素をデジタル絵本に加えたわけでも、デジタル絵本の要素を仕掛け絵本に組み込んだわけでもなく、体験における二つの優れた点を取り入れた新しい体験であるということが体験者に伝わることを期待した。

また、ページをめくる操作が時間の移動であるということが体験できる仕掛けとして、未来のページへ行きキャラクターが辿り着く前に作動させておかなければならない仕掛けを作った。これは、前述した二つ目の結末を迎えるための分岐ルート用の仕掛けであり、初回の体験で体験者にそのページの仕掛けを認識させ、次回体験の際には仕掛けを作動させておいてからキャラクターをそのページに連れていくことで成り立つ仕掛けである。

ページ構成と各仕掛けの判定方法を以下の図で示した。

見開き 1

仕掛け無し  
投影のみ

見開き 2

折りたたまれた花を開く



【仕掛け判定用パターン位置】

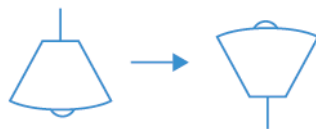
各花の内側。開くと見える。

【判定方法】

見えない→見える

見開き 3

上下逆さにひっくり返す



【仕掛け判定用パターン位置】

ページの中心（ひっくり返す行為中  
でも隠されない）

【判定方法】

上下反転

見開き 4

手を置く



【判定方法】

手のひらの色を取得して判定

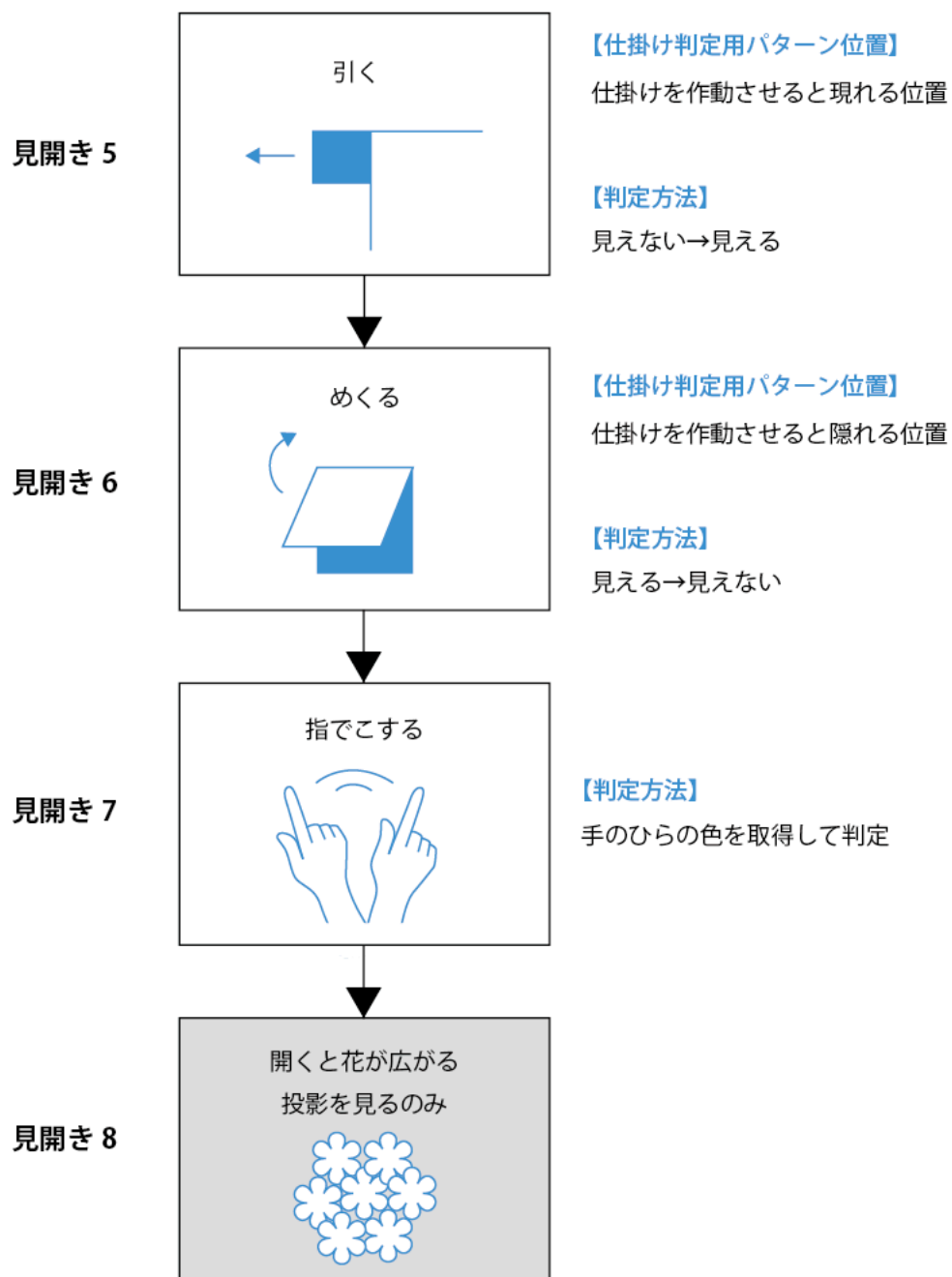


図21 ページ構成図

全ページにその見開きのタイトルを印刷し、装飾は別の紙に印刷したものを切り取り貼り付けた。意図的に明度差のあるイラストや文字を作り、それを判定用パターンとした。

また、ストーリーのみで体験者に行為を誘導することができるようなデザインになるよう心がけた。そうすることで、感覚で操作できるという仕掛け絵本の長所を再現しようと試みた。その結果言葉による説明が一切ないにもかかわらず、誰でも楽しむことができるデザインになっている。

また、投影がなければ全く内容が分からないようにすることで、デスクライトの下に置くことにより本に魔法がかかったような演出をすることができた。この表現も没入感を高める助けをしてくれるのではないかと考えた。

#### 6. 4 空間表現に着目した本

ページをめくることが空間移動を示す本を制作した。主人公は作らず一人称視点にすることで、ページ移動は体験者本人が空間を移動していることになるように設定し、没入感を高めようと考えた。

空間把握をさせる上で、各見開きを一つの部屋と見なすのが分かりやすいのではないかと考え、ページをめくると隣の部屋へ移動したことになるように設計した。

前述した時間表現に着目したものと違い、ページ間にあるのは前と後ろではなく、右と左になる。それを示すため、表紙から一方向に読み進めていく形の本ではなく、行ったり来たりを繰り返しながらタスクをクリアしていく本にした。

どのページを開けばタスククリアできるのかは体験者に考えてもらうことで、ページの移動が盛んに行われる。

前述した本と同様、一度起こした変化は違うページに移動してもそのままになるように設定した。





図22 空間表現に着目した本

#### 6. 4. 1 ストーリー

体験者は扉を開くというゴールを与えられ、そのために必要なものを作るよう指示される。あらかじめ印刷されているヒントを使いながら、部屋を移動しタスクをクリアしていく。

また時間に着目した本と同じように、こちらの本にも二つの結末を用意した。

この本は、指示通りクリアしてしまうとバッドエンドにたどり着く。ハッピーエンドを迎えるためには、体験者が隠された仕掛けを見つけ、自発的にそれを作動させなくてはならない。

もう一冊と異なる点は、体験初回ではハッピーエンドにはたどりつけないようになっているところである。

話としてはバッドエンドでも一度終わってしまうためここでやめてしまう体験者もいるかもしれないが、先ほどと同じように本全体に違和感を散りばめているため、それを不思議に思った体験者はもう一度遊ぶのではないかと予測した。



#### 6. 4. 2 仕掛け

情報的な仕掛けと物質的な仕掛けの他に、その二つを組み合わせた仕掛けとして、しおりのようにページをまたいで移動させることのできる紙のオブジェクトを用意した。ページを移動して指定の場所にそれを置くことで投影が行われる。

デジタル絵本に限らず、コンピューターゲームなどでも、何かしらのアイテムを手に入れた時は持ち物リストなどに名前が増えるという形でデータとして手に入り、使う時も使えるシーンで何か操作をすれば使ったことになるだけである。しかし実物体としてアイテムを配置することで、実際にアイテムを手にとれる上、使う時も体験者の手で操作をすることができる。

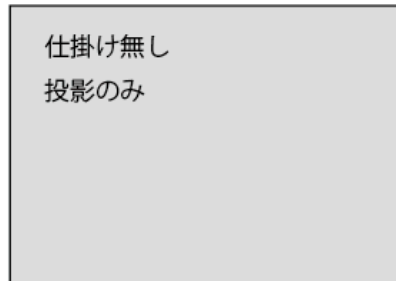
またこの体験の面白さを引き立てるために、触れるだけで手に入れたことになり、使うべき場所で勝手に使われるというデジタル的な仕掛けも組み込んだ。しかし、この触れるという行為による作動する仕掛けは誤作動が多いため、条件が揃わなければ意味のないものとした。

また実物体の本であるからこそ可能なことの一つに、ページを立てて二つのページを同時に見るという行為がある。これを体験者にさせるための仕掛けを作り、実物体ならではの行為を誘発した。

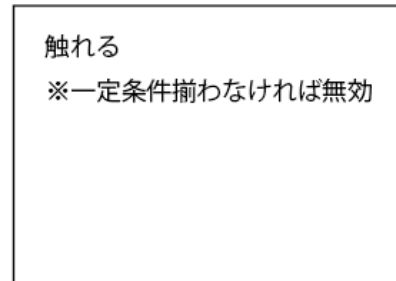
そのほかにも、絵本が操作用インターフェースであるという点に着目した仕掛けとして、絵本の操作によりプロジェクタの輝度を変えることができるように設定した。

各ページでの仕掛けとページ構成を以下の図にまとめた。

### 見開き 1



### 見開き 2



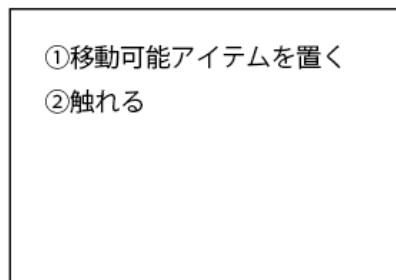
#### 【仕掛け判定用パターン位置】

指で隠れる位置

#### 【判定方法】

見える→見えない

### 見開き 3



#### 【仕掛け判定用パターン位置】

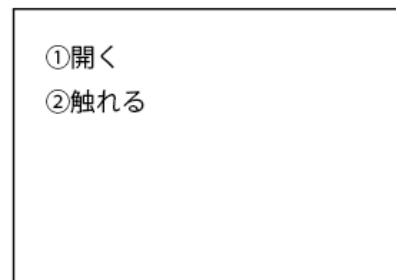
①置く→隠れる位置

②指を置く→隠れる位置

#### 【判定方法】

見える→見えない

### 見開き 4



#### 【仕掛け判定用パターン位置】

①開いた側の面

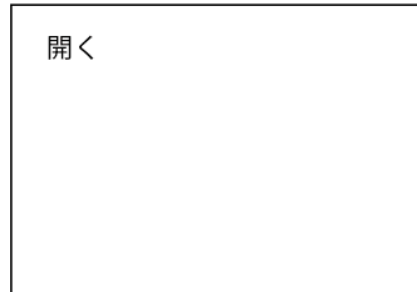
②指を置く→隠れる位置

#### 【判定方法】

①見えない→見える

②見える→見えない

### 見開き 5



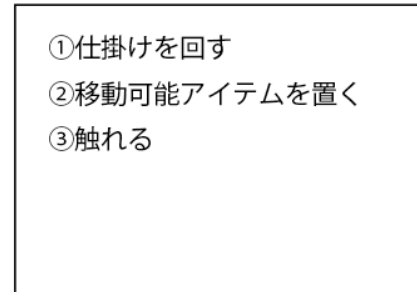
#### 【仕掛け判定用パターン位置】

開いた側の面

#### 【判定方法】

見えない→見える

### 見開き 6



#### 【仕掛け判定用パターン位置】

①作動させると現れる位置

②置くと隠れる位置

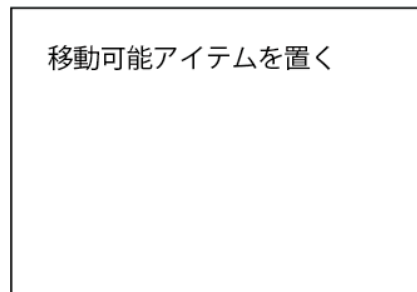
③指を置くと隠れる位置

#### 【判定方法】

①見えない→見える

②③見える→見えない

### 見開き 7



#### 【仕掛け判定用パターン位置】

置くと隠れる位置

#### 【判定方法】

見える→見えない

### 見開き 8

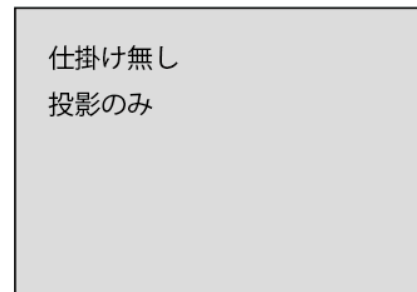


図 23 空間表現に着目した仕掛け絵本の構成

## 6. 5 展示

学内での展示を通して、約三十人に体験してもらった。

その結果、今回の構成では体験の誘導が十分にできていないことが分かった。開いたら動画が勝手に投影されるだけのページを最初に持って来てしまったことで、体験者の手で仕掛けを作動させなければならない本であるということを伝えることができなかった。つまり、体験者に仕掛け絵本であるということを伝えるためのステップが欠けていたので、最初にチュートリアルのようなページを作ることが必要であることが分かった。

また、アイコンによる誘導が必須であった。どのページも、ヒント無しに仕掛けを作動することができた体験者とできなかった体験者がいたが、自力で作動方法を予測し実行し、それが正解だった時に得られる興奮は大きかった。そのため、アイコンをつけるとしても、すぐに表示するのではなく考察する時間を設けて、それでも分からなかった体験者に対して答えを与える形になるよう設計する必要があると感じた。

また、正解行為をしていても、それが正解であるとすぐに実感できないと途中でやめてしまうこともあったので、それが正解であると伝えるための表示なども検討する必要がある。

## 7. 考察と今後の展望

本論文では、インターフェースとしての本が持つ特性に着目し、人の行為と本の関係について考察を行なった上で、その関係性に焦点を当てることにより新たな体験を生み出すことを目的に、仕掛け絵本と電子的な仕掛けを融合させた作品を制作した。

また、体験者に電子的な要素を感じさせないよう機材をデスクライトの中に格納することで、外見的にも違和感のない体験空間を作り出し、インターフェースとして使い慣れた紙の本で普段通りの読書体験ができるよう試みを行なった。

まず、仕掛け絵本というインターフェースと電子的要素を用いて絵本の世界を拡張するという点については制作を行なう中で可能であったと結論づけられた。デジタル絵本でのみ可能であり、紙であるゆえに実物体の絵本では不可能とされていた仕掛けも、組み合わせることにより表現することが可能になり、それらが生み出すリアルタイムでのフィードバックを利用して、体験者の行動を制限することに成功した。

また、制限が生まれたことにより、体験者に没入感を与えることができた。没入感を、体験者が体験する上で試行錯誤した結果与えられたタスクをクリアするために思考を巡らせる、というフローを踏ませるが可能なため、コンテンツに一種のゲーム性を持たせることができていると言える。

次に、本が持つインターフェース性を用いて、仕掛けを作動させるための人の行為を入力とした体験システムの可能性について述べる。

本来は反応を返さない絵本の仕掛けに電子的仕掛けの要素を取り入れることで、新しい体験を作り上げる試みを行なった。実際、手の中にあるのが電子的な要素が全くないただの紙の本であるという点が体験者の体験への印象を大きく変えている様子が見受けられた。本の動きをプロジェクションが追うようになっているため、体験者はシステムに気を遣うことなく自由に体験することができる上、自分の行為がプロジェクションに関わっていることをより容易に無理なく認識できるようであった。

しかしカメラで判定している以上、体験者が任意的にシステムを狂わせることも可能であることが問題点として挙げられる。正しく体験することが目的であることが前提のシステムであるため、好奇心の強い子供などが遊ぶのには向かない。つまり、体験者の行動を完全に制限することは本作ではできていないと言える。

さらなる没入感を与えられるようにするためには、このような体験者側の行動に左右されてしまうシステム上の構造を改良する必要がある。体験者がどのような行動を選ぼうと揺るがないシステムを作ることで、体験の幅はさらにひろがるだろうと推測した。

誰でも扱う方法を学んでいる実物体の本を入力インターフェースとして捉え、また同時に出力インターフェースとしての役割も持たせることで、新たな学びを必要とせずに表現の幅を広げられることが判明した。本作では本を用いたが、このように使い方が周知されている電子的要素を持たないアナログな実物体を用いて体験を拡張することを、新たな体験を作り出すための手法の一つとして提案したい。

## 8. 謝辞

本論文は著者が首都大学東京大学院システムデザイン研究科システムデザイン専攻インダストリアルアート学域博士前期課程における研究成果をまとめたものである。同専攻串山久美子教授には指導教官として、本研究を遂行するにあたり多大なご助言とお力添えを頂きました。並びに、本論文を作成するにあたり、同専攻菊竹雪教授、楠見清准教授、には副査として丁寧なご指導を頂きましたこと、深く感謝いたします。また作品制作では須田拓也氏に主に技術面の知識を多く頂戴し、相談に乗っていただいたことで、作品をよりよいものにすることができました。そして、同研究室の皆様とは、ゼミでの意見交換など有意義な学生生活を共に送ることができたことを嬉しく思います。ありがとうございました。

## 参考文献

- [1] “絵本 BOOK END<2008>特集 絵本表現の最新動向”.絵本学会機関誌,朔北社.
- [2] 上原友紀子：「物語理解における情動」研究の概観,東京大学大学院教育学研究科紀要,46,p.239-246,2007
- [3] STUDIO MCGUR : The Icebook,[http://www.theicebook.com/The\\_Icebook.html](http://www.theicebook.com/The_Icebook.html)  
(2018.12.23 検索)
- [4] TED by Marco Tempest : The electric rise and of Nikola Tesla,  
[https://www.ted.com/speakers/marco\\_tempest](https://www.ted.com/speakers/marco_tempest) (2018.12.23 検索)
- [5]松尾高弘 : Papers Photography,  
<http://www.lucent-design.co.jp/works/gs-photograph-installation.php> (2018.12.23 検索)
- [6]Blue Puddle : ダンボッコキッチン, <http://danbokko.blue-puddle.com/>
- [7] デジタルえほんアワード,<http://www.digitalehonaward.net/> (2018.12.23 検索)
- [8]竹田信子, 加藤博一, 西田正吾 : 拡張現実観技術を利用した仮想立体絵本, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 12
- [9] 柴田史久, 吉田友佑, 古野光紀, 酒井理生, 木口健治, 木村朝子, 田村秀行 : Vivid Encyclopedia —MR 昆虫図鑑—, 日本バーチャルリアリティ学会第 9 回大会論文集
- [10]黒崎美聡, 串山久美子 : 紙を使用した仕掛け絵本の体験行動とインタラクティブ手法についての考察, 情報処理学会インタラクシオン 2018
- [11] ふしぎ祭エンス, <http://www.fushigi.metro.tokyo.jp/> (2018.12.23 検索)
- [12]前田秀一 : アナログからデジタル社会への移行と紙メディアの役割, 日本画像学会誌 43 巻 4 号
- [13]浅沼千春, 若林尚樹 : 絵本のページネーションにおける時空間表現, 東京工科大学大学院, 東京工科大学