

無形文化を伝える身体的インタラクション技術の研究

2021年3月

小林桂

無形文化を伝える身体的インタラクション技術の研究

小林桂

システム情報工学研究科
筑波大学

2021年3月

概要

日本では文化産業戦略において、日本人の感性や伝統に支えられた文化や儀式、風習のありようなどを日本の魅力として自ら再認識して、これらの魅力を世界に発信することが期待されている。この中でも、衣食住や日用工芸品などの日常生活の中で体験できる無形文化は、普段の生活の中で実践することができるため、考え方や価値観にも大きな影響を与えると考えられる。

このような日常的な無形文化を伝える際の問題として、作法などは時系列の行動要素から構成されることに加えて、料理のように食べた後で情報を提示しても対応がつきにくいことが挙げられる。そのため、現実世界での体験行動に合わせて、適切なタイミングで、必要な情報を提示できることが重要となる。

そのためには、利用者の行動によって変化するものを認識する必要があるが、日常的な無形文化は、陶器のように形状が安定している剛体物体のみでなく、布のように形状が複雑に変化したリ、料理のように食べることによって量が変化する体験対象が含まれる。本研究では、このように複雑に変化する非剛体物体や量的変化を行う体験対象との身体的なインタラクションを認識して、映像や知識の提示を行う。本システムでは、テーブル上での両手を使った対象の体験状況を認識して、体験している内容やタイミングと連動した即時的な情報提示を可能にする。

本システムの適用例として、比較的限られたスペースに設置できることに加えて、自然環境との関わりやコミュニティなどの文化的環境に関する知識や、相手を思いやる礼の気持や、相手への尊敬の念、洗練された礼儀作法など、日常的な無形文化において重要とされている行動様式（作法）の3つを共通要素として考えた。また、これらの共通要素に加え、a) 地域のコミュニティ作りの役割を果たし、神道の考え方など日本文化の独自の要素が含まれていると考えられるもの、b) ものを贈る行動様式などの価値観が含まれていることに加えて、環境保護やエコロジーなどの持続的社会的のために再発見の価値があると思われるもの、c) 自然や水などの環境の重要性や、地域の生産者との関わり、文化的な行事との関わりなど、日本文化を構成する多岐に渡る構成要素が再発見できるものなどを考慮に入れて、神社、風呂敷、和食の3つを題材として選定した。

・神社については、RGB-D カメラから得られた3次元骨格情報から左右の手の位置を検出して、スライダーを操作したりアイコンの選択を行うことで、参拝動作を伝えるアニメーション映像の制御をインタラクティブに行う機能を実現した。またカスケード分類器による画像認識により、神使にまつわるオブジェクトが置かれたことを検出して、祭神や神使の情報提示を行った。一般公開による展示評価で、子供から高齢者までの利用者の動作を安定に検出可能であるとともに、これらの映像操作を楽しみながら利用して貰えることを確認した。

・風呂敷については、利用者が風呂敷で物を包む行動を認識して、次の行動を示す行動伝達ピクトグラムで提示することで、風呂敷で物を包む作法を体験させるシステムを実現した。風呂敷の状態検出の難しい点としては、包む過程で、布が複雑に変形したり、布同士や、手と布の隠蔽が頻繁に発生することが挙げられる。本手法では、風呂敷の色面積と位置を計測して、形状の状態遷

移モデルを参照することで、安定で高速な状態認識を実現した。また一般公開による利用実験でも不特定の利用者による風呂敷の操作を検出できることを確認した。

・和食については、利用者の自由なタイミングによる食事を妨げないことが重要となるとともに、料理に合った焼き物などの食器を使うことも文化的体験の一部となるため、センサを取り付けるなど環境を物理的に加工しないことが望ましい。本手法では、皿の上の料理の色面積の変化を抽出して、食べ進めた量を判定するとともに、状態遷移モデルにより微小な面積変化による後戻りや振動などを抑制した。これにより、魚料理を食べているタイミングで、魚料理の献立や魚の調理法や調理器具との関連など文化的な情報について表示されるなど食に関する知識や、四季との関わり、生産者などの社会との関わりなどを伝えることを可能にした。

これらの評価用プロトタイプを利用して、一般公開による不特定の利用者も含む実験において、体験行動の結果が即座に反映されることで、次の行動への興味が喚起されるとともに、自発的に試行錯誤しながら体験を進める様子が見られた。また、風呂敷においては、リサイクルなどの環境問題や、贈る気持などの対人関係、和食であれば水の美しさの重要性など、知識として提示した内容を超えて、無形文化を構成する考え方や生活習慣、作法などについて能動的に考える様子も伺われた。また和食においては、2週間後の追跡調査においても、普段の生活の中でも季節感や食事の盛り付けに気を付けたり、自発的に調べるなど日常生活における行動変容も見られた。

本システムの枠組みは、様々な国の食文化や、着物、日用工芸品、子供の遊び、畳や庭園などの空間構成を持つ無形文化の伝達に、発展的に活用できると考えられる。

目次

無形文化を伝える身体的インタラクション技術の研究

1 章 序論

1.1 背景	1
1.2 本研究の目的	1
1.3 各章の概要	2

2 章 従来研究

2.1 デジタルアーカイブ	3
2.2 実際の文化体験	3
2.3 文化体験の補完	4
2.4 文化の体験システム	5

3 章 無形文化を伝える拡張現実メディア

3.1 日本文化の特徴と考え方	7
3.2 無形文化とは	7
3.3 本論文で対象となる無形文化	8
3.4 日本文化を伝える身体的インタラクション技術の要件	10
3.5 適用事例	11

4 章 神社における参拝文化の伝達

4.1 研究の背景と目的	13
4.2 予備調査	13
4.2.1 神社に関する意識調査	13
4.2.2 関係者からのインタビュー	14
4.3 拡張現実メディアの構成	15
4.3.1 システムのデザイン要件	15
4.3.2 映像を投影する絵巻	15
4.3.3 祭神の情報（映像）	16
4.3.4 手水の作法（アニメーション）	17

4.3.5 参拝の作法（アニメーション）	18
4.3.6 システムの実装手法	18
4.4 神社におけるユーザースタディ	23
4.4.1 現地での参拝体験の効果	23
4.4.2 作法と知識の有用性	24
4.4.3 設置空間との親和性	25
4.4.4 多世代の参拝者の受容性	25
4.5 考察	26
4.6 まとめ	26

5 章 体験行動を伝えるピクトグラム

5.1 研究の背景と目的	28
5.2 ピクトグラムと行動伝達に関する従来研究	29
5.2.1 コミュニケーションツール	29
5.2.2 動画ピクトグラム	29
5.2.3 行動伝達手段	29
5.3 行動伝達ピクトグラムの設計	30
5.3.1 展示に必要とされる体験行動の種類	30
5.3.2 行動伝達ピクトグラムの要件	30
5.3.3 デザイン要件と制作手法	31
5.3.4 ピクトグラムの制作事例	32
5.4 評価	34
5.4.1 評価用システムの設計	34
5.4.2 予備実験	34
5.4.3 ギャラリーでの展示評価	35
5.4.4 デザインの改善	37
5.4.5 テキストによる行動伝達との比較	37
5.4.6 静止画ピクトグラムと動画ピクトグラムの比較	40
5.4.7 40代から70代のユーザ評価	41
5.5 考察	42
5.6 行動伝達ピクトグラムの実践例	42
5.6.1 ピクトグラムの活用例	42
5.6.2 ピクトグラムの応用例 1	42

5.6.3 ピクトグラムの応用例 2	44
5.7 まとめ	45

6 章 風呂敷文化の伝達

6.1 研究の背景と目的	46
6.2 システムの要件	46
6.3 コンテンツの構成	47
6.4 システム構成	48
6.5 評価 1	50
6.6 包み方の追加とシステムの改善	53
6.7 評価 2	56
6.8 考察	59
6.9 まとめ	60

7 章 和食文化の伝達

7.1 研究の背景と目的	61
7.2 食に関する従来研究	61
7.2.1 食に関するイベントやワークショップ	61
7.2.2 食に関する知識を伝えるアプリやウェブサイト	61
7.2.3 食事を利用した体験システム	62
7.2.4 本研究の特徴	63
7.3 日本文化と食	63
7.4 和食体験システムの構成	63
7.4.1 システムの要件	63
7.4.2 制作事例	64
7.4.3 実装手法	68
7.5 予備実験	69
7.6 専門家の意見による改善	73
7.6.1 プロの料理人からの意見	73
7.6.2 料理の改善	73
7.6.3 システムの改善	74
7.7 ユーザスタディ	79
7.7.1 システム体験前後の比較	79

7.7.2 体験後の影響に関する追跡調査	83
7.8 従来メディアとの比較	84
7.9 まとめ	84
8章 全体のまとめ	
8.1 全体の考察	85
8.2 文化体験の環境や素材の活用	86
8.3 体験行動と連動した視覚表現の提示	87
8.4 文化体験を妨害しないこと	87
8.5 本研究の貢献	87
8.6 今後の課題	88
8.6.1 さまざまな無形文化の伝達への活用	88
8.6.2 認識手法の改善	88
謝辞	89
参考文献	90
論文リスト	98

目次

図 1 対象とする文化	9
図 2 テーブル型拡張現実プラットフォームの構成例	11
図 3 体験状況の認識による情報提示と映像制御	12
図 4 適用事例	12
図 5 神社に関する習慣, 知識のアンケート結果	14
図 6 作品全体図	16
図 7 絵巻	16
図 8 オブジェと映像を投影した絵巻	17
図 9 アイコンに手をかざす	17
図 10 神使のオブジェを置く	17
図 11 手水の作法	18
図 12 参拝の作法	19
図 13 システムの配置と映像投影環境	20
図 14 ユーザー状態認識および投影システムのモジュール構成	20
図 15 絵巻スクリーンへの投影画像の例	21
図 16 RGB-D カメラから得られる骨格情報	21
図 17 アイコン上の空間エリア	22
図 18 手の位置検出とオブジェクト認識による映像制御の例	23
図 19 アンケート結果	24
図 20 ピクトグラムのデザイン	31
図 21 グリッド線	32
図 22 動画ピクトグラム	33
図 23 実験環境	35
図 24 静止画ピクトグラム	36
図 25 改善した動画ピクトグラム	38
図 26 「手をかざす」ピクトグラムの表示	38
図 27 改善した静止画ピクトグラム	38
図 28 「オブジェを置く」システムの展示環境	38
図 29 テキストを使ったサイン	39
図 30 静止画と動画の比較 (上段: 正答率, 下段: 平均行動完了時間)	40
図 31 40 代から 70 代の利用者評価	41
図 32 祭神の情報を伝える作品への活用例	43

図 33 手水の作法を伝える作品への活用例	43
図 34 積み木を使った体験型システムへの応用例	44
図 35 民話を体験するシステムへの応用例	44
図 36 風呂敷内に集まる金魚	48
図 37 円状に泳ぐ金魚	48
図 38 ピクトグラムによる平包みの包み方	48
図 39 システム構成図	49
図 40 風呂敷の状態認識および投影システムのモジュール構成	49
図 41 風呂敷の認識画面	49
図 42 包み方のわかりやすさ	51
図 43 作品への興味	51
図 44 風呂敷を使ってみたいか	52
図 45 改善した平包みの包み方と矢印を追加した工程の拡大図	53
図 46 アニメーションを使った巻き包みの包み方	54
図 47 工程が進むと金魚が増える	54
図 48 工程によって現れる金魚と金魚の泳ぐ場所	55
図 49 風呂敷に投影する柄	55
図 50 平包みと巻き包みのわかりやすさ	57
図 51 REM で使うイラスト	58
図 52 和食体験システムの体験場面	64
図 53 利用者の食事の進行によって変化する自然環境の映像	65
図 54 完食したときに食器に投影される画像	66
図 55 川にいる魚とそれぞれの季節に登場する生き物	66
図 56 食事の進行に合わせて表示される料理に関連したテキスト	67
図 57 食器に投影するあしらい画像	67
図 58 評価用システムの構成	68
図 59 RGB-D カメラによる赤外線画像から食器の輪郭を抽出	68
図 60 カラー画像から料理の量を判定	69
図 61 料理人に制作を依頼した料理	74
図 62 柄とあしらい	74
図 63 献立	74
図 64 料理の状態認識および投影システムのモジュール構成	75, 76
図 65 食事の進行で切り替わる映像	77, 78

図 66 体験前後の回答の比較（表 8 質問 1 の和食に対する考えについて）	82
図 67 体験前後の回答の比較（表 8 質問 2 の和食に関する知識について）	82

表目次

表 1 動画ピクトグラムの正答率と平均行動完了時間	36
表 2 テキストを使ったサインの正答率と平均行動完了時間	39
表 3 評価 1 のアンケート	50
表 4 風呂敷の使用経験と評価結果の比較	52
表 5 評価 2 のアンケート	56
表 6 質問 6 の回答結果	58
表 7 食事の進行で切り替わる映像と環境音	69
表 8 アンケート	79
表 9 一週間後のアンケート	83

1 章 序論

1.1 背景

日本では文化産業戦略において、日本人の感性や伝統に支えられた文化や儀式、風習のありようなどを日本の魅力として自ら再認識、評価することが重要であり、同時にグローバル化が加速する中、環境、安全など国際的な課題の解決に向けて、多様性の尊重、自然との共生、モノを大切に（もったいない）等々の普遍性を持ちうる日本の価値観を世界に発信していくという目線も極めて重要であるとされる [1]。例えば日本の魅力の再認識、再評価、発信のためには、日常生活の中で、古き良き街並みを訪ねる、伝統行事を楽しむなど、ハレの機会を設けることが、着物や陶磁器・漆器などの需要につながり、伝統産業・文化を支える [1]。また最新のテクノロジーを使った若者の携帯電話の新しい楽しみ方など、日本の様々なライフスタイル自身が、新たな魅力となり、発信につながっていく。こうした個人個人の暮らしぶりや日常生活の中での行動が、日本の魅力を高める大きな力になり得る [1]。

また近年のグローバル化に伴い、異なる文化を持つ人々が、互いの文化的違いや価値を受け入れ、対等な関係を築き、共に生きる「多文化共生」が重要となりつつある [2]。文化にはその土地の自然環境、宗教、歴史など様々な要因が影響し、物や行為に独自の価値観が含まれている。文化を知る際に、物や行事を見たり、知識を得るだけでなく、形に含まれる価値観を感じる事が理解や発信には重要である。

現状では博物館で展示されている物や、無形文化遺産のように専門家が行うもの、特定の地域の行事などは、歴史的な背景や制作技能などが集約化され、デジタルアーカイブや体験型メディアとして発信されているが、それらは日常生活と切り離され、難しく感じたり、形式だけに注目されることが多い。文化的な価値観は日常生活に浸透している身近な生活習慣にも含まれており、これらは考え方や、行動様式など多岐に渡る特徴がある。

本研究では日常生活の範囲で、容易に体験することができるとともに、体験した結果を、日常生活に実践的に役立てることができる無形文化を対象とする。日常的な無形文化は、日本人の考え方や価値観にも大きく影響し、近年の生活様式の変化や、オンライン化によって失われつつあると考えられるため、重要であると考えた。日常的な無形文化は、伝統行事や文化財を鑑賞するような一方向メディアではなく、利用者が日常生活で実際に行うもの、使うものであるため、利用者が文化体験をする中で必要な知識や情報を必要なときに伝えることが課題となる。この課題を解決するために、インタラクションを取り入れたシステム開発と実際の文化体験を複合し、体験環境で利用者の行動認識により文化的知識を提示する。

1.2 本研究の目的

日常的な無形文化では、陶器のように形状が安定している剛体物体のみでなく、布のように形状が複雑に変化したり、料理のように食べることによって量に変化する体験対象が含まれる。本

研究では、このように複雑に変化する非剛体物体や量的変化を行う体験対象との身体的なインタラクションを認識して、映像や知識の提示を行う。システムの要件として、1) 文化体験の環境や素材の活用、2) 体験行動と連動した知識と視覚表現の提示、3) 文化体験を妨害しないことを設定した。次に行動認識により映像制御を行うテーブル型プラットフォームを開発する。題材は日常生活の範囲で、容易に体験することができるものとして神社、風呂敷、和食を選択した。

文化的な価値観や知識、行為の意味を伝えることが可能であることを実証するために、システムを利用者に体験してもらい、アンケートを分析する。またメディアを体験するために、行動を伝える手法をピクトグラムを活用して制作する。

このシステムのデザイン要件、認識手法を活用することで日常的な文化体験を映像や音で拡張することができ、体験行動と連動した視覚表現を卓上に投影することで、興味を持って知識の習得や価値観を感じる事が可能になる。

1.3 各章の概要

2章では文化に関する従来研究を保存、体験など様々な観点から考察し、本稿で提案するメディアの独自性や必要性について述べる。

3章では文化の分類とどのような文化を対象とし、それらの文化を体験する際のテーブル型拡張現実プラットフォームとの関連性について述べる。

テーブル型拡張現実プラットフォームの具体例として、4章の参拝文化の伝達では、関係者に意見を聞き、デザイン要件をまとめ、絵巻に投影した映像に対して手をかざす、オブジェクトを置くことで、祭神や参拝の作法を現地で知ることができるメディアを制作した。しかし神社境内に設置した際に、アイコンに手をかざすことや所定の場所にオブジェクトを置くことを状況から理解できない利用者がいたため、メディアを体験するための行動をわかりやすく、かつ作品体験を妨害しないように伝える必要があることがわかった。

そのため、5章で体験型展示を体験するための行動を伝えるピクトグラムについて述べる。展示ではどのような行動が取り入れられるか考え、分類し、具体例を制作した。

6章ではそのピクトグラムを活用しながら、風呂敷を包み方を金魚の映像と共に体験できるメディアについて述べる。ピクトグラムで示された包み方に沿って風呂敷で物を包んでいくと、風呂敷内に集まり、泳ぐ金魚の種類が変化する。

7章では和食を題材とし、利用者が食事を進めると、卓上や食器に投影した映像が変化するシステムについて述べる。このシステムは利用者が食事を進めていくと、卓上の映像の季節が変化していき、和食と自然との関連性を味覚と共に体験できる。料理はプロの料理人と相談しながら作品に沿ったものを制作した。

8章では具体例として制作した3点のシステムについて認識手法やデザイン要件をまとめ、貢献と課題について述べる。

2 章 従来研究

有形、無形に限らず、文化を保存、発信する試みは行われている。デジタルアーカイブは文化財や伝統行事などをデジタル化し、保存することでインターネットで誰もが見ることができる。デジタルで保存するだけでなく、実際の文化体験自体もイベントや博物館などで行われている。また特定の場所で文化体験する際に現地での文化体験をサポートするシステムや体験型システムを通じて文化を伝えることも行われている。この章ではそれぞれの制作事例について述べる。

2.1 デジタルアーカイブ

デジタルアーカイブは公的資料に限らず、芸術作品などの文化財もデジタル化することで、資料の劣化の防止、複製、発信の観点から役立っている。例えば美術品などの有形文化財は、保存と発信のためウェブで公開している事例もある [3]。文化財を時代、分野、文化財体系など様々な条件で検索ができ、ユーザビリティの観点からも工夫したウェブサイトを制作している。また主要な博物館では、国宝や重要文化財を高精細な画像で公開している [4]。

建物や彫刻などは、三次元形状計測を使い VR として制作されている [5][6]。セキュリティや作品保護のため、頻繁に公開することが難しいものを VR コンテンツとして公開することが可能となる。VR であることは、時と共に変化した色や形も当時の様子を再現することもできる。遺跡などすでに現地で見られないものは、AR で復元するなどしてシステム開発も効果的に取り入れている [7][8]。

また無形文化の保存にも取り組まれている [9][10][11][12]。映像を記録するだけでなく、体験型のデジタルアーカイブも制作され [13][14]、例えば祇園祭山鉦巡行のデジタルアーカイブ [13] は千年の歴史を有する祇園祭をより広く伝えるためにいくつかの表現方法を取っている。山車のアーカイブでは部材ごとにレーザー計測し、半透明可視化することで内部の構造も見ることができるようになってきている。触覚の情報を再現した織物では部位によって異なる硬さ、触覚の違いを再現するためにワイヤ駆動による力学呈示装置を使用している。利用者が自由に視点移動できるアニメーションでは、視点移動によってお囃子や雑踏の音響を体験できる。

これまでに体験型のデジタルアーカイブも制作されているが、特定の地域の行事や専門家が行う動き、美術品などが対象となっている。文化的価値観は日常生活や習慣で触れることができる文化にも含まれる。これらの文化は多くの人に関わるため、親しみやすく、興味を持ちやすいと考えた。

2.2 実際の文化体験

本研究で対象とする生活習慣に組み込まれてきた文化は減ってきている。日本における無形文化遺産は人々の生活のありかたを理解するためのものであり、貴重な財産とされるが近年では過疎や少子化、若者の都市部への流出で担い手が減り、都道府県が無形文化遺産に指定した祭りや

踊りなど多くの伝統行事が休廃止されている [15]。そのため、学校での体験や地域外からの参加者を募集して伝統文化の継承を目指す地域が増えている。

本研究で扱う身近な無形文化に関しては、直原ら [16] は中学生剣道における礼法の指導で所作や心のあり方を特に重視し、その意義や目的を意識化するよう指導することで不安の低減、集中力が維持できることを実践を通じて証明している。動作に気持ちが入ることで精神が良い状態になり、相手との心地よい関係性を生み出すだけでなく、それがパフォーマンスの向上にもつながることもあるため、作法の身体性の意味つまり礼儀を理解し、正しく行うことは意義のあることだと言える。

イベントやワークショップでは、実際に文化を体験できる機会がある。土田らは子どもを対象とし、緑茶文化の継承の実態調査と体験活動プログラムの効果の検証を行った [17]。お茶の木の観察や急須でお茶を入れ、飲むことなどがプログラムに含まれ、アンケート結果から体験することで楽しさを感じ、家でもやってみたいという意欲につながることを示した。

桃原らは文化財である古民家を多くの市民が活用するためのワークショップを行った [18]。古民家周辺の古地図と現在の地図を対照させながら周辺を散策し、ポイントごとに学芸員が解説を行うなど様々な文化財を活用する試みを行った。

また博物館では、展示物に関連して鎧を着たり、江戸の町並みを再現して、その空間の中で文化体験を提供しているところもある [19][20][21]。これらの体験の効果は示されているが、人員やコスト、時間がかかる面もある。また対象とする文化自体の魅力にも依存する。

特定の地域での祭りや踊りは、全国から観光客が集まるような有名なもの以外は地域の人によって伝えられてきたが、関わる人がいなくなれば消滅していく。作法、お茶、地域の古民家など日常的に触れることが容易である文化は、消滅しにくい。本研究では残っている伝統文化を利用し、知識や価値観を伝えられるようにする。

2.3 文化体験の補完

これまでに文化を体験的に伝えるために、実際の文化体験に直接関わるシステムが制作されてきた。これらは実空間での文化体験をサポートするシステムであり、文学に関連した場所で著者のイメージを体験する AR システム [22]、観光のための過去を旅する没入体験を目的としたシステム [23]、城跡で使う現存しない建物や街並みなどを見ることができるアプリ [24][25][26]、MR 技術を活用し、古代の村や遺跡を広範囲で再現する取り組みなどがある [27][28]。これらのシステムは再現された建物を現地でディスプレイを通じて見たり、建物の説明を聞くこともでき、複数の外国語に対応しているものもある。

McGookin ら [29] は屋外で使用する文化遺産を体験することをサポートするモバイルデバイスを開発した。文化遺産を訪れる人がその場所に関連した情報を取得できるもので季節によって変化する環境に合わせて夏、冬で切り替えられるもの、夏と冬の情報と同時に通知してくるものな

どと比較した。実際に題材とする空間の中でシステムを利用するときには例えば自然、建物など体験すべき実物があるためそれらの鑑賞を妨げないように注意する必要があると指摘している。

バーチャルリアリティは現実で再現することが難しい建物を実現したり、普段見ることが難しい場所を見ることができると、広範囲にわたる文化財に適した手法である。しかしヘッドマウントディスプレイの使用は、様々な展示環境を考慮すると、扱いの観点から難しい。またスマートフォンなどの個人の端末でダウンロードして使う AR コンテンツは、手軽で利用者の負担が少なく、文化的、歴史的な場所に手を加えずに文化体験を拡張できる。しかし体験としては実空間にいるものの、小さなディスプレイ内の映像を見ることになる。

本研究では文化体験に関する素材や物を利用し、映像表現と複合することで文化をより魅力的に見せ、その上で知識などを伝える。

2.4 文化の体験システム

文化を伝達することを目的とした研究では、文化財に対して説明を補足する研究 [30] や文化に関連する意識や価値観などを伝えることを目的とした研究もされており、The ALICE Installation[31] は東洋文化を理解するために西洋人が無意識に持つ西洋文化を作品体験を通じて意識的に認識し、比較するために制作された。『不思議の国のアリス』に沿って表現され、六つのステージから構成されている。ロボットなどを利用し、「待たせる」や「食べる、飲む」という行動を入力手法として映像と関連させた。本棚、ランプなど実空間のオブジェクトを使った複合表現もされている。

Yoshino ら [32] が開発した FLIPPIN' は、公共空間で使用することを目的とした紙ベースの本型インターフェースである。タッチで入力するディスプレイ型のインターフェースと比較し、斬新なインターフェースがコンテンツの興味につながることを示している。

博物館の取り組みでは Muntean ら [33] がマスキームの文化の情報と価値観を伝えるためにデザイン目標を設定し、その目標を達成するために空間とシステムを構成した。レプリカを含むマスキームの所有物を使ってテーブル型のディスプレイを操作することで徐々に情報を取得していき、その所有物の背景や価値を理解させる流れになっている。

Ma らは伝統的な中国絵画に音声による注釈付けをするシステムを制作し、ユーザーのしている視点に適した音声ナビゲーションや絵画に関連した環境音を再生することで、没入感のあるユーザー体験を作り出した [34]。

Bellucci らは博物館の訪問者が展示物に関する物語の作成に関わるようにするために、インタラクティブなショーケースを制作した [35]。マルチタッチシースルーディスプレイを活用し、スクリーンの背後にある物理的なオブジェクトを観察しながらデジタルコンテンツと対話することができる。ユーザーは展示物に関する自分の体験をビデオ生成でき、他のユーザーはそれらを視聴し、コメントすることができる。

Pedersen らはホログラム技術を使った拡張現実とジェスチャー入力を組み合わせて、文化財のレプリカを活用したシステムを制作した [36]。レプリカが展示された空間に仮想オブジェクトを追加し、ユーザーは手を使って仮想オブジェクトを移動するなどのインタラクションができる。

これらの従来研究では、博物館が所有する文化財やレプリカを活用しているが、本研究では実際の文化的行動をシステムに複合しながら利用者が興味を持ち、価値を感じる文化体験を作り出すことを重視している。

3 章 無形文化を伝える拡張現実メディア

3.1 日本文化の特徴と考え方

日本は海、山、川など豊かな自然と季節が特徴である。この地理的な特徴は文化の形成に多大なる影響を及ぼしている。例えば和食は豊かな自然環境に支えられている。黒潮と親潮がぶつかることで豊かな漁場となる海に囲まれている。また水にも恵まれ、主食である米の生産だけでなく、茹でる、煮るなど水を使った調理法を発展させた。そして食材を美味しく食べるための出汁をとることも素材を煮るため、水を使う。

美術面でも絵画では、雪舟の「秋冬山水図」や葛飾北斎の「神奈川沖浪裏」などは日本の自然環境が反映されている。また日本庭園は西洋が左右対称で幾何学的であり、自然をコントロールしようとするのに対し、ありのままの自然の姿を生かしている。

豊かな自然はときに災害として人々の脅威にもなり、信仰にも影響し、神道が発展した。神道とは日本の古代から現代に続く民族宗教であり、日本人の生活文化の全般に浸透し、しかも外来文化を受け入れて、日本的に変容させるというエネルギーをもっている。その原点は古来の民間信仰と儀礼の複合体で、動物や植物その他生命のないもの、例えば岩や滝にまでも神や神聖なもの存在を認めるいわゆるアニミズム（精霊信仰）的な宗教である。食材や調理した人に感謝する食事の前の「いただきます」、食後の「ご馳走様でした」と言う習慣にも自然を敬う神道の価値観が反映されており、食事はただ栄養を取るのではなく、文化的習慣であることがわかる。また伝統行事でも神道や食が密接に関わり、豊作、豊漁を祈願する祭りが数多く存在する。

3.2 無形文化とは

文化とは人類学においてはエドワード・バーネット・タイラーが「広く民族学で使われる文化、あるいは文明の定義とは、知識、信仰、芸術、道徳、法律、慣行、その他、人が社会の成員として獲得した能力や習慣を含むところの複合された総体のことである」としている [37]。文化と文明は異なりそれぞれの意味を理解すると文化の指す範囲が見えてくる。文化とは哲学、芸術、科学、宗教など精神的なものを指し、社会の中で人との交流に関するものが多い。文明は精神的、物質的に豊かになった状態であり、技術、機械の発達や社会制度の整備などによる経済的、物質的文化を指す。心を豊かにするのか、生活を豊かにするのかを考えると文化の範囲が絞られてくる。

文化の中でも絵画、彫刻、工芸品、建築物などの有形なもので、歴史上又は芸術上価値の高いものは有形文化財とされ、既にデジタルアーカイブとして保存、発信されており、体験型メディアも制作されている。無形文化は演劇、音楽、工芸技術などを指し、無形文化の中でも伝統的な行為や技術は、無形文化遺産として保護されているものがある。「無形文化遺産の保護に関する条約」（無形文化遺産保護条約）は、グローバリゼーションの進展や社会の変容などに伴い、無形文化遺産に衰退や消滅などの脅威がもたらされるとの認識から、無形文化遺産の保護を目的として、2003年のユネスコ総会において採択された。この条約によって、世界遺産条約が対象としてきた

有形の文化遺産に加え、無形文化遺産についても国際的保護を推進する枠組みが整った。条約の策定段階から積極的に関わってきた日本は、2004年にこの条約を締結した [38]。

この条約においては、口承による伝統及び表現、芸能、社会的慣習、儀式及び祭礼行事、自然及び万物に関する知識及び慣習、伝統工芸技術といった無形文化遺産について、締約国が自国内で目録を作成し、保護措置をとること、また、国際的な保護として、「人類の無形文化遺産代表的な一覧表」や「緊急に保護する必要がある無形文化遺産の一覧表」の作成、国際的な援助などが定められている [38]。日本では能楽、雅楽、和食（日本人の伝統的な食文化）、和紙（日本の手漉和紙技術）などが登録されている。

3.3 本論文で対象とする無形文化

博物館で展示されている物や、無形文化遺産のように専門家が行うもの、特定の地域の行事などは、日常生活と切り離され、難しく感じたり、形式だけに注目されることが多い。文化的な価値観は日常生活に浸透している身近な生活習慣にも含まれており、これらは考え方や行動に広く影響していると考えられる。

本研究では、市民の日常生活の範囲で、容易に体験することができるとともに、体験した結果を日常生活に実践的に役立てることができる無形文化を対象とする。理由としては、

- ・日常的な無形文化は、日本人の考え方や価値観にも大きく影響している
- ・近年の生活様式の変化や、オンライン化によって失われつつあると考えられる
- ・専門家による工芸品などはこれまでの取組みにおいても既に扱われている

などが挙げられる。日常的な無形文化は持続可能社会の構成要素として UNESCO でも重視されているとともに、様々な研究者によって研究が行われているが [39][40]、その中で、自然を重視する価値観や、コミュニティの形成、行動様式などが重要な項目として挙げられている [41][42][43]。同様な項目は、国土交通省の国民意識調査(国土交通白書 2019)[44] や、東京都教育委員会による伝統・文化教育に関する指導資料(2018)[45] でも詳しく説明されている。

従来研究では、建物や工芸品などの有形文化や、能などの鑑賞型の無形文化の保存に関する取組みが既に行われている。絵画や彫刻、工芸品は主要な博物館がデジタルアーカイブとしてウェブで公開され [3][4]、無形文化については民俗芸能のデジタルアーカイブとロボットによる動作提示 [12] や獅子頭の AR デジタルアーカイブ [14]、山鉦巡行の体験型メディアが制作されている [13]。

また、祭りのように地域の広範囲な活動や、七五三のような家族全員が参加する行事についても本研究では対象外とする。これらの文化は特定の時間や地域に制限されるため、日常生活の範囲で容易に体験することが難しい点がある。また文化的な史跡のある観光地のように移動して鑑賞する場合は、個人の端末で使うスマートフォン上の AR アプリなどが既に活用されている [24][25][26]。

本研究では、比較的限られたスペースに設置できることに加えて、自然環境との関わりやコミュ

ニティなどの文化的環境に関する知識や [1][2][45][46], 相手を思いやる礼の気持や, 相手への尊敬の念, 洗練された礼儀作法など, 日常的な無形文化において重要とされている行動様式 (作法) の3つを共通要素として考えた [44][46]。また, 本研究では, これらの共通要素に加えて,

a) 地域のコミュニティ作りの役割を果たし, 神道の考え方など日本文化の独自の要素が含まれていると考えられるもの [47][48][49]

b) ものを贈る行動様式などの価値観 [45] が含まれていることに加えて, 環境保護やエコロジーなどの持続的社會 [39][40] のために再発見の価値があると思われるもの [50]

c) 自然や水などの環境の重要性 [51] や, 地域の生産者との関わり, 文化的な行事との関わり [52] など, 日本文化を構成する多岐に渡る構成要素が再発見できるもの [53] などを考慮に入れて, 神社, 風呂敷, 和食の3つを題材として選定した (図1)。

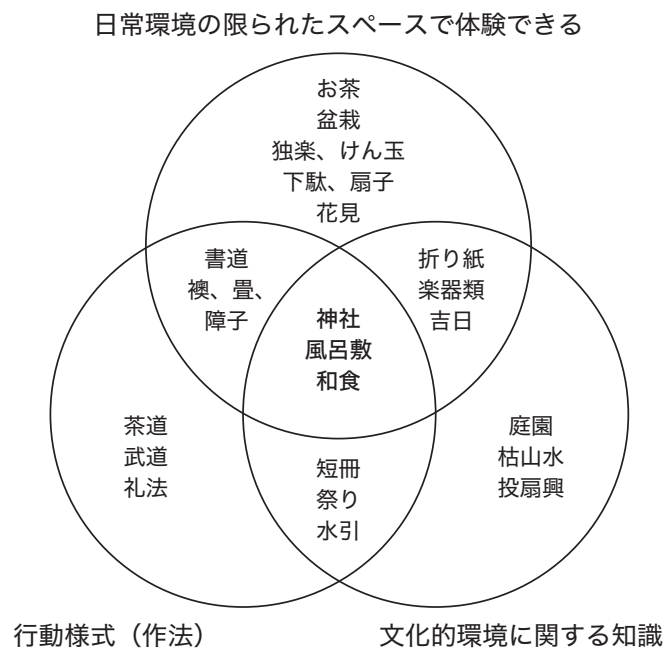


図1 対象とする文化

1) 神社：日本文化の中でも私たちの身近な地域にもある神社は, 初詣, 節分, ひな祭りなどの年中行事, お宮参り, 七五三, 厄払いなどの通過儀礼, 鎮守の森を通じて四季の移ろいを感じる事など, 地域における無形文化を共有するとともに, 地域のコミュニティを形成するなど重要な役割を果たしている。

2) 風呂敷：日本において日常生活に浸透している伝統文化であり, 色や生地, 柄などの多様な組み合わせを表現することもできる。現在も使われるとともに, 物を大切に作る心や, 四季折々の美意識などの価値観が含まれている。また近年ではエコバックとして活用するなど環境問題の面からも注目されている。

3) 和食：2013年にユネスコ無形文化遺産に登録され, 多様で新鮮な食材とその持ち味の尊重, 健康的な食生活を支える栄養バランス, 自然の美しさや季節の移ろいの表現, 正月などの年中行事

事との密接な関わりの4つの特徴が自然の尊重という日本人の精神を体現した食に関する社会的習慣として評価された。

3.4 日本文化を伝える身体的インタラクション技術の要件

3.1で述べたように日本文化は、自然を敬う心や、神道の考え方などの実体化しにくい概念が多い。そのため本研究では次のような要件を設定した。

a) 文化体験の環境や素材の活用

無形文化が含まれる環境の中で、実際に体験しながら考え方や価値感を伝える方が興味を持ち、理解を深めやすいと考えられる。また、視覚や聴覚に加えて、日本独自の素材や手触り、味覚などの五感的体験も重視する。近年、日本文化戦略の一環として「日本の伝統的な感性」というテーマで日本文化の特徴となる審美性（美しさ）も重視して海外に向けた発信が行われている [54][55][56]。また国民意識調査（2018）でも日本人にとって美しい、素晴らしいと感じられる価値や行動などが調査されている [46]。本研究でもこのような表現の美しさや素材感も考慮に入れた体験インタフェースの開発を行う。

b) 体験行動と連動した知識と視覚表現の提示

日常的な文化体験では、利用者が日常生活で実際に行うものや、使うものであるため、利用者が文化体験をする中で必要な知識や情報を、適切なタイミングで伝えることが必要となる。対象とする文化は、陶器のように形状が安定している剛体物体のみでなく、布のように形状が複雑に変化したり、料理のように食べることによって量が変化する体験対象が含まれる。本研究では、このように複雑に変化する非剛体物体や量的変化を行う体験対象との身体的なインタラクションを認識して、映像や知識の提示を行う。

c) 文化体験を妨害しない

システムが介入することで本来の文化体験を変えたり妨害しないように配慮する。例えば景観を変えたり、モノや作法の使い方を変えないようにする。

これらの要件を満たすために、本研究では次のような体験システムを開発した。

1) テーブル型プラットフォーム

3.3で述べた神社、風呂敷、和食文化を統合的に体験させるためには、限られた空間で情報や映像を提示したり、物を置いたり、両手で操作できることが必要となる。そのため、本研究では、テーブル型の拡張現実プラットフォームを実現する。これにより例えば、絵巻を広げて映像を見る、文字を読む、風呂敷で物を包む、食事をするなど様々な文化的体験が可能になり、その他の題材にも適用できると考えられる。

図2にシステムの構成例を示す。卓上もしくは卓上に置いたオブジェクトに体験行動と連動して、文化に関する知識や映像をプロジェクターによって投影する。体験行動は文化を体験するために風呂敷で物を包むなどの動作や、食事をするなどの行動を映像の切替えに利用することで、利用

者はシステムを操作するための余計な行動をすることなく、自然に投影された知識や映像を見ることが出来る。また、テーブル上の投影面は和紙などの素材も考慮に入れる。プロジェクターは環境に手を加えず、ユーザーの体験を妨害しないようにモバイルプロジェクターをライトスタンドを使って固定したり、短焦点プロジェクターをテーブルに取り付ける。

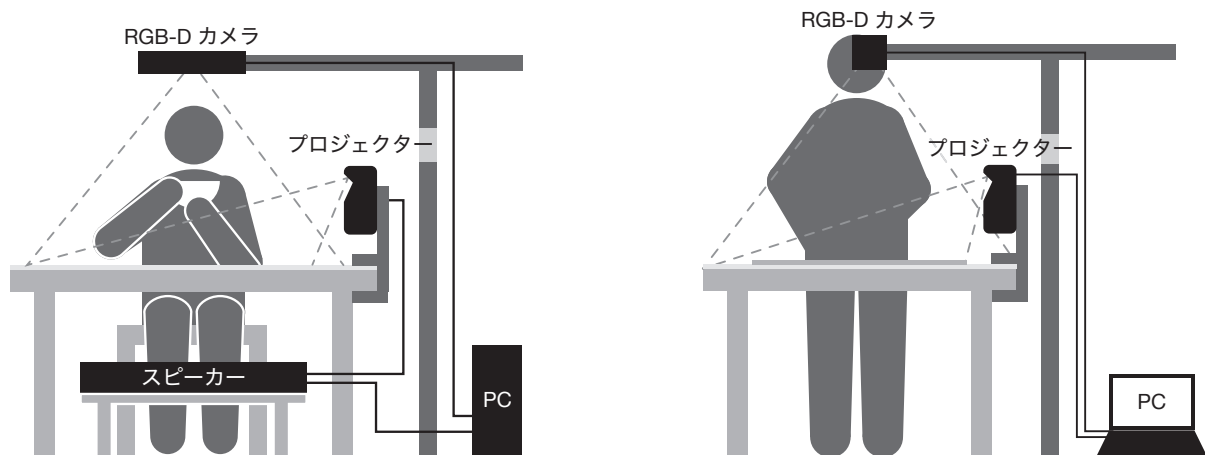


図2 テーブル型拡張現実プラットフォームの構成例

本システムは、ユーザー状態認識部、体験プロセス制御部、知識・五感提示部から構成される。ユーザー状態認識部では、ユーザーの体験行動を認識する。体験プロセス制御部では、ユーザーの状態特徴を利用して、状態遷移による知識や映像の切替のタイミングを判定する。知識・五感情報提示部では、テーブル上にデザイン性も考慮に入れた知識の提示や、四季の映像などの映像・音響の提示を行う。

2) 高速で安定なユーザー状態の認識による体験プロセスの制御

テーブル型拡張現実プラットフォームにおいては、利用者の行動によって卓上に投影した映像を変化させるために、風呂敷で物を包んだり、食事するなどの複雑な状態変化をリアルタイムで検出する必要がある。ところが風呂敷の変形は非剛体で複雑な形状変化を行うとともに、包む手の動作も複雑である。また、和食でも料理は複雑な構成を持ち、食べ進める順序も自由である。そのため、対象物の色の面積変化などの安定な特徴を利用する (図3)。

また、風呂敷で物を包むプロセスや、料理を食べ進めるプロセスを表現するためにFMS (状態遷移モデル) を利用して、現在どの状態にあるかを判定して、知識や映像の種類や表示のタイミングを制御する。

3.5 適用事例

これらのシステムを神社、風呂敷、和食文化の体験に適用した例 (図4) を、それぞれ4章、6章、7章で説明する。

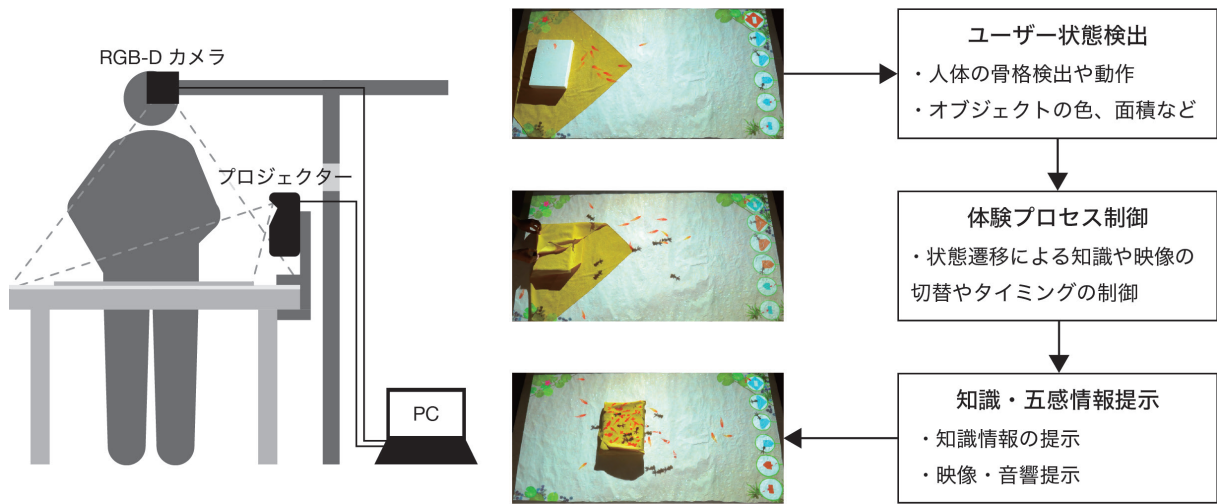


図3 体験状況の認識による情報提示と映像制御



図4 適用事例

4 章 神社における参拝文化の伝達

4.1 研究の背景と目的

日本文化の中でも私たちの身近な地域にもある神社は、初詣、節分、ひな祭りなどの年中行事、お宮参り、七五三、厄払いなどの通過儀礼、鎮守の森を通じて四季の移ろいを感じる事など、地域における無形文化を共有するとともに、地域のコミュニティを形成するなど重要な役割を果たしている [48][49]。しかし、近年では生活習慣に組み込まれて共有されてきた神社の役割や無形文化を知る機会が減ってきており、実際に季節の伝統行事を行う家庭は減っている [57]。神社の境内を利用した取り組みでは作品展示 [58]、ライブ、インスタレーション、プロジェクションマッピング [59] があるが、神社の歴史などを利用者に伝えることを重視していない。また各神社ではウェブサイトにより神道の概念や神社の役割を伝えているが、これらの試みに加えて、現実世界の神社の空間を利用することで、実体験に結び付いた無形文化の伝達が可能になると考えられる。

4 章では神社における作法、神使、祭神などの参拝に関する無形文化を伝える拡張現実メディアを提案する。まず、神社関係者からのヒアリングにより、ウェブサイト上でのバーチャル参拝などで完結しない現地に足を運んだ参拝体験の要望を確認した。また、神社内の設置空間との親和性や、神社を訪れる若者から高齢者までの多世代の参拝者への受容性を重視して、和紙や絵巻などの日本的な素材と、身体動作やオブジェクトの認識による映像プロジェクションを融合的に利用した。これにより、利用者がシステムに能動的に働きかけることで、参拝動作をアニメーションで確認したり、地域の神社の神使、祭神などの由来をグラフィカルな視覚表現により確認することができるようにした。実際の境内に設置して、参拝者や神社関係者に体験してもらい、システムの受容性と効果について考察した結果を示す。

4.2 予備調査

神社の無形文化を伝えるシステムのデザイン要件を明らかにするために、神社に関する意識調査と神社の関係者からのインタビューを行った結果について述べる。

4.2.1 神社に関する意識調査

現状の神社に関する習慣、知識を調査し、システムの必要性とその伝達手段を明らかにするためにまず大学生、大学院生 12 名 (男性 10 名、女性 2 名) にアンケートを行った。アンケートでは「初詣など神社に行くことはありますか。」と質問したところ、10 名は「はい」と回答した。「いいえ」と回答した 2 名の内 1 名は留学生だった。また作法の形、何を祀っているのかをそれぞれ、「知っている」、「どちらかと言えば知っている」、「どちらかと言えば知らない」、「知らない」の四段階で回答してもらったところ、「どちらかと言えば知らない」、「知らない」が 5 割を占めた (図 5)。

「社寺に関する消費者意向調査」 [60] では社寺に興味がある人と歴史文化に興味がある人は共に過半数を超えているが、社寺や歴史文化に対しての知識があるとする人は 40% 未満であることが

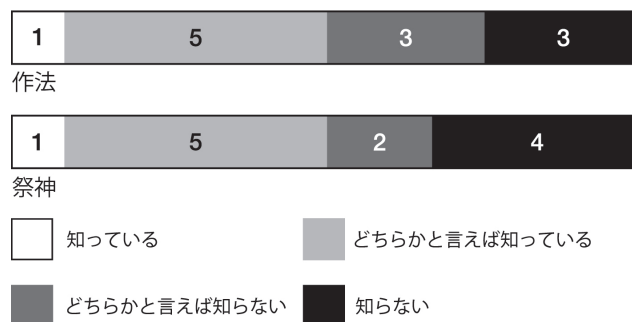


図5 神社に関する習慣、知識のアンケート結果

わかっている。現状では神社に行く習慣があるものの参拝の知識などは知られていない傾向にある。

4.2.2 関係者からのインタビュー

現状の参拝に関する要望やその表現方法について関係者に意見を聞くために、神社二社、神社庁、市の文化財課に2017年6月から7月にかけて口頭で意見を伺った。

1) 現地での参拝体験について

神社に関する意識調査では、神社に行くことがあると答えた人が多かったものの、関係者からのインタビューでは、少子化の影響で神社に関わる人が減っている問題が指摘された。対策として骨董市などのイベントで境内を活用することも行っている。またウェブ上で参拝を完結させることは好ましくないという意見があった。社寺によってはバーチャル参拝のサービスを提供しているところもあるため考え方に差があると考えられる。

2) 作法と知識について

作法については「日頃現地で指導することはないが、祈願など特別なときは参拝者に動作を案内する。」「感謝してお願いしていただければ。そして願いが達成されればまた来て欲しい。」「きちんとした方が望ましい。知るだけでも思いが違うと思う。」などの回答を得た。

3) 設置空間との親和性について

「景観を大事にしているため境内の案内板は減らしている。できるだけ減らしたい。」「根底にあるものを変えないように表現して欲しい。」「参拝の導線上に映像、動画などで見ることができれば良い。」などの回答を得た。

4) 多くの人に関心を持ってもらう表現について

子供や高齢者なども含む多世代の参拝者に関心を持って貰いやすいものとして、映像などの分かりやすい表現も良いという意見があった。表現の変化については神棚が例として挙げられ、「現代の住宅環境に合わせて賃貸などで壁に穴を開けて設置できないような環境に合わせて形も変わっていく。」など時代に合わせて伝統的なものでも変わっていくことがわかった。

4.3 拡張現実メディアの構成

4.3.1 システムのデザイン要件

予備調査の結果を反映させて、次のように神社の無形文化を伝えるシステムのデザイン要件を設定する。

1. 現地での参拝体験を重視する
2. 作法と知識の両方を提示できる
3. 設置空間と親和性がある
4. 多世代の参拝者の受容性がある

1. については、実際に神社に足を運んで参拝を体験して欲しいという意見も参考に、参拝の導線上に設置することで必要な情報がその場で取得できることを重視する。

2. については、現地において神社における作法、神使、祭神などの参拝に関する情報を、映像や視覚デザインを効果的に利用して分かりやすく伝えることが必要となる。

3. については、景観を大事にしているという関係者の意見も参考に、既存の歴史的な空間や物を直接的にシステムに利用することは控える。それに加えて、実空間での素材の意味や形、題材との関連性などを考慮に入れる。

4. については、関係者の意見から対象は子供からお年寄りまでの参拝者のため、誰もがわかりやすい映像、動画の導入の提案があった。そのため、アニメーションなどを活用して情報伝達を工夫する。

これらの要件を統合的に満たす手法として、本稿では和紙や絵巻などの日本的な素材と、身体動作やオブジェクトの認識による映像プロジェクションを融合的に利用する。利用者がシステムに能動的に働きかけることで、参拝動作をアニメーションで確認したり、地域の神社の神使、祭神などの由来をグラフィカルな視覚表現により確認することができるようにする。

また分かりやすさも考慮に入れて、主に次のような作法や知識を伝える。

- ・参拝の作法：手水や参拝の基本動作と感謝の気持ちなどを意味する。
- ・神使：神道において神の使者と考えられる特定の動物である。鳩、狐、鹿など多様な動物が設定され、神社の象徴として記憶されることも多い。
- ・祭神：神社に祀られている神を指す。祭神は多様であり、神話の神に加え、八百万の神とされているように気象、地理地形等の自然現象に始まるあらゆる事象が祭神となる。

このような多様性や柔軟性も日本文化の特色であるとも考えられる。

4.3.2 映像を投影する絵巻

デザイン要件の2および3にあるように、設置空間との親和性も考慮に入れた上で、祭神、手水、参拝などの作法と知識を伝えるため、和紙による絵巻をスクリーンとして取り入れた（図6、図7）。絵巻は日本の絵画形式の一つであり、社寺建設の由来や神仏の霊験を描いた縁起絵巻もあるため

神社との親和性もあると考えた。また従来の絵巻は絵とテキストで物語が構成される一方向メディアであるが、身体動作やオブジェクトの認識により絵やテキストを操作できるようにした。

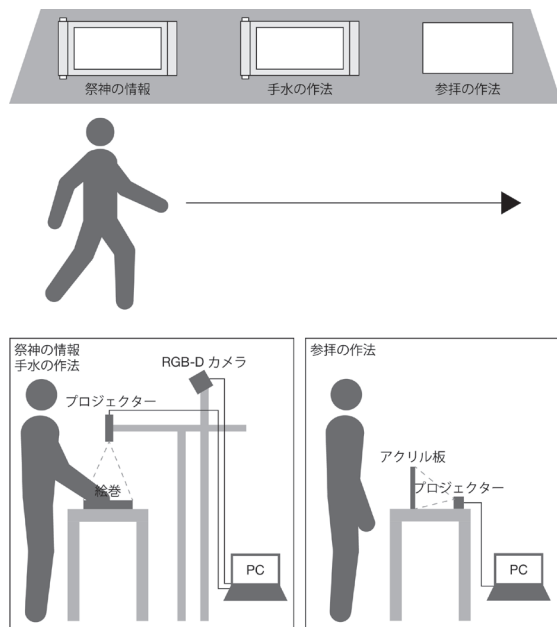


図 6 作品全体図



図 7 絵巻

絵巻のデザイン構成としては、印刷部分にはロゴと共に 3 点の作品の補足説明や神使である動物名を表記した。スクリーン部分には祭神の説明とアニメーションによる手水の作法を投影する。文字組みは神社という題材から日本独自の縦組みとし、書体は和文では読みやすさとカリグラフィックな表現とのバランス、ロゴと説明文共通して使うことを考慮に入れ、ヒラギノ明朝体、欧文も古典的イメージに合わせ、オールドローマンから Bembo[61] を選択した。

4.3.3 祭神の情報（映像）

祭神を伝える表現手法としては、近年ではソーシャルゲーム、アプリ、書籍などでは主にイラストが利用されている。本システムでは古事記 [62][63] などの神話に登場する祭神に関連したモノと祭神名で構成した映像で表現した（図 8）。また今回の展示では、神社の特徴である祭神の多様性を表現するため、設置場所である神社以外の祭神一柱の情報も含める構成とした。絵巻の特徴を生かす入力手法としては、例えば投影された絵に対して利用者が絵筆で何かを描き足す動作をすることでその絵が変化する、または絵巻を巻いていくことで映像が変化していくことなども考えられる。本システムでは操作が容易であることを優先して、アイコン上に手をかざす動作を選択した（図 9）。利用者の操作経験が蓄積されているボタン入力等のスイッチを連想させ、利用者が自然にメディアに介入できるようにした。

神道の概念を表現するために祭神の使者とされる神使も神話や各神社の縁起に基づいた動物を

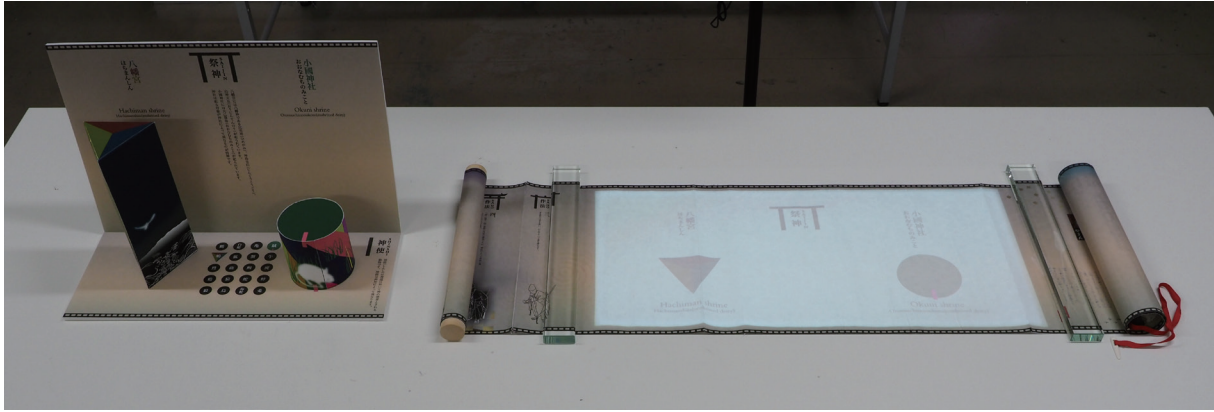


図8 オブジェと映像を投影した絵巻



図9 アイコンに手をかざす

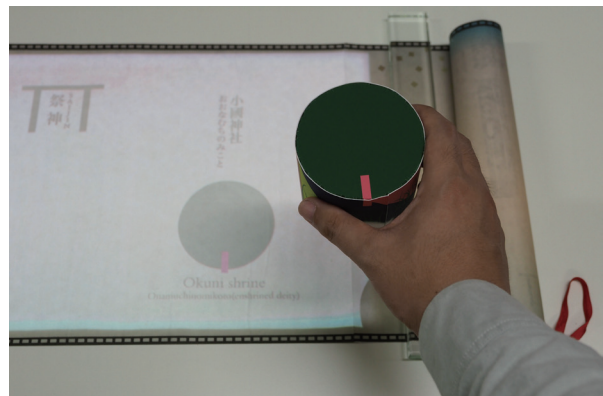


図10 神使のオブジェを置く

複数設定する。祭神と対応する動物オブジェ（図8左）として、外観からそれぞれが異なるものだとわかるように丸い底辺で低いもの、三角形の底辺で高いものを制作した。丸い形状は祭神が焼けた野原から逃れるために鼠が穴に誘導した神話から穴を題材とし、もう一つのオブジェの三角形は神使に関連する祭神が三神からなることを表現した。また神使が鳩であるため飛ぶことを表現するために高くした。それらのオブジェを所定の位置に置くと対応した祭神の情報が拍子木や太鼓の効果音と共に表示される（図10）。

4.3.4 手水の作法（アニメーション）

作法は形のことであるが、その前に礼儀があり、礼儀は相手を思う心、そして作法はそれを形にしたもので心と形が一つになって礼儀作法として成り立つものである [64]。手水の作法の意味は手を洗うのではなく清めることを目的とし、かつては川や海などに浸かり穢れを祓っていたものを簡略化し、手と口の清めによって魂も清める意味を持つ。

手水の作法は実際の神社ではテキストのみで看板に書かれた方法やイラストを使った方法がよく見られるが作法をアニメーションで見せれば言語に制限されずわかりやすく伝えられることができ、興味を持ってもらうことができると考えられる（図11）。本稿では動作をする人物は伝統

的な世界観と絵巻への投影に合わせるために手書きで制作した。

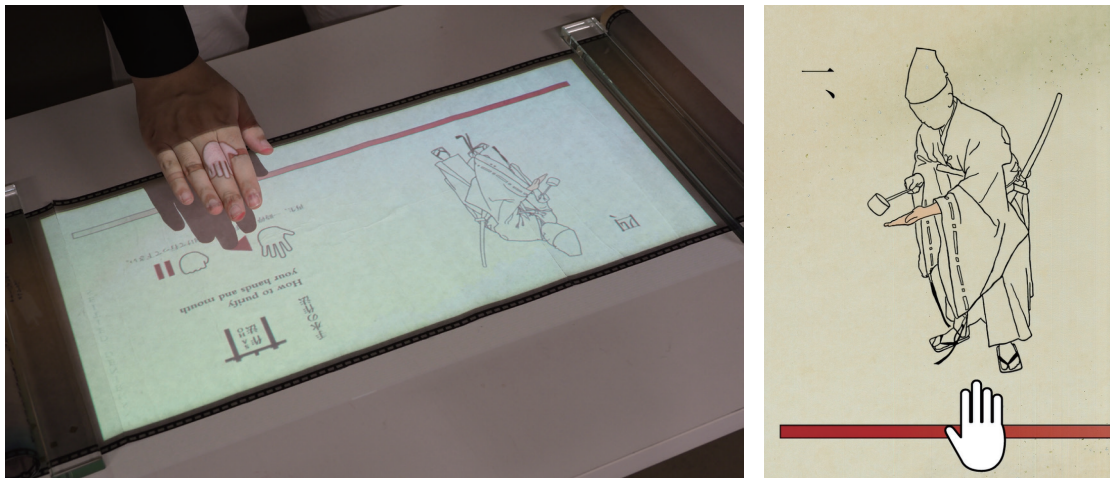


図 11 手水の作法

作法のアニメーションはもう一度見たい人や学習したい人のためにシークバーを取り入れた。多数の利用者が経験している可能性が高いインターフェースから取り入れ、操作方法をわかりやすくしている。手のアイコンが再生している位置を表し、直感的に手をかざし、左右に動かすことで戻ったり、進めたりすることができる。またシークバーがあることでアニメーションの最初と終わりがわかるので全く作法を知らない人でも作法の完了を認識することができる。

4.3.5 参拝の作法（アニメーション）

参拝の作法は地域によって異なり、意味にも諸説違いがある [65]。現状では手水舎同様テキストやイラストで知らせる方法がとられることが多いが、本稿では広く浸透している二拝二拍手一拝をアニメーション（図 12）で見せる。神秘的な雰囲気を出す映像投影法としては、霧を薄く平面上に吹き出し、そこにプロジェクターで映像を映す方法がある [66]。しかし霧の装置自体が大掛かりになってしまう点や、細かい絵や文字などは認識できないという問題点が挙げられる。本システムでは、透明アクリル版にリア透過フィルムを貼り、映像を映し出す [67]。投影する映像の背景を黒にするとアクリル版上では背景が透けるようになる。通常のスクリーンと比べると、空間を断裂せず、視覚表現を浮いているように見せ、神秘的、不思議な雰囲気を感じさせることができる。利用者の妨害をしないことや、利用者の影で映像が見えなくなることを避けるためにリアプロジェクションした。

4.3.6 システムの実装手法

1) システムの配置と映像投影環境

図 13 に本システムの体験環境を構成する絵巻スクリーン、机、プロジェクター、RGB-D カメラ

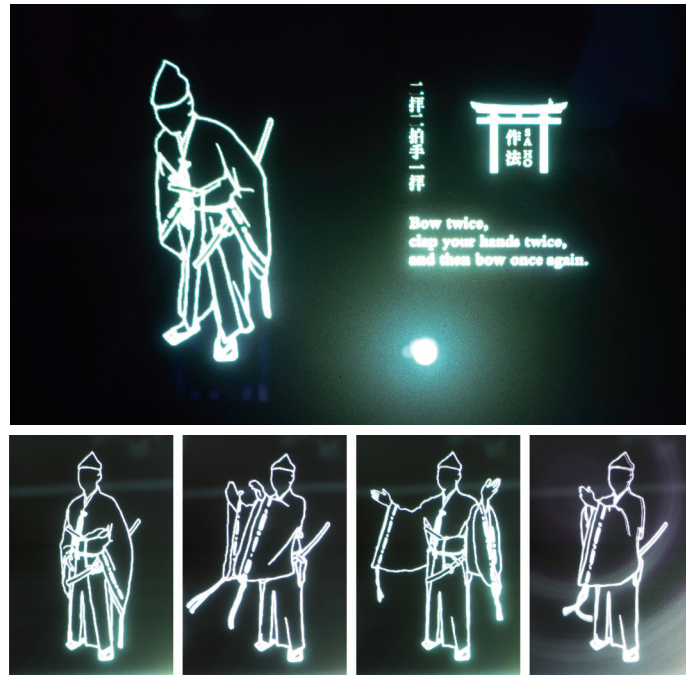


図 12 参拝の作法

の設置位置を示す。

絵巻スクリーンは最初からテーブル上に設置してあり、利用者は自由に広げることができるが、投影面は文鎮で固定して、映像を同じ位置に投影できるようにする。絵巻スクリーンの素材は、素材感や手触りを重視するとともに、巻くことができるという観点から、試作を繰り返して投影映像の鮮明さなども確認した。その結果、インクジェットプリンタで印刷可能な蛍光剤や酸性薬品を使用していない中性和紙（OA 和紙並厚 A3）を利用して、絵巻として巻くために厚さは約 90 μ m のものを選択した。また片面ごとに印刷してスプレーのりで貼り合わせて両面にした。

プロジェクターは、利用者の骨格検出を妨げないように小さなモバイルプロジェクター（ASUS 社 S1）を選び、ライトスタンドにブームユニットを取り付けて固定した。輝度は 200 ルーメンであるが、絵巻上の約 w550mm×h260mm の比較的小さい領域に投影するため、蛍光灯がついている室内環境でも十分な視認性がある。PC（CPU Core i7-6700HQ、グラフィックボード GeForce GTX 965M、メモリ 8GB）を利用して、ユーザー状態認識システムの認識処理や映像の切り替え制御を行った。

2) ユーザー状態認識システムのモジュール構成

図 14 にユーザー状態認識システムの機能構成図を示す。TOF 形式の Depth センサーを利用している RGB-D カメラ（Xbox One Kinect センサー）により RGB-D カメラから color 画像と depth 画像を取得する。図 15 に示すように、絵巻スクリーン上の左右のスライダーによる映像の表示位置の選択および、手の開閉による映像の再生・停止を行う。図 11 は体験場面の例である。

各モジュールの機能概要について説明する。

- ・骨格情報検出部: Kinect SDK を使いセンサからの距離が 0.5m から 4.5m の範囲で毎秒 30 フレーム

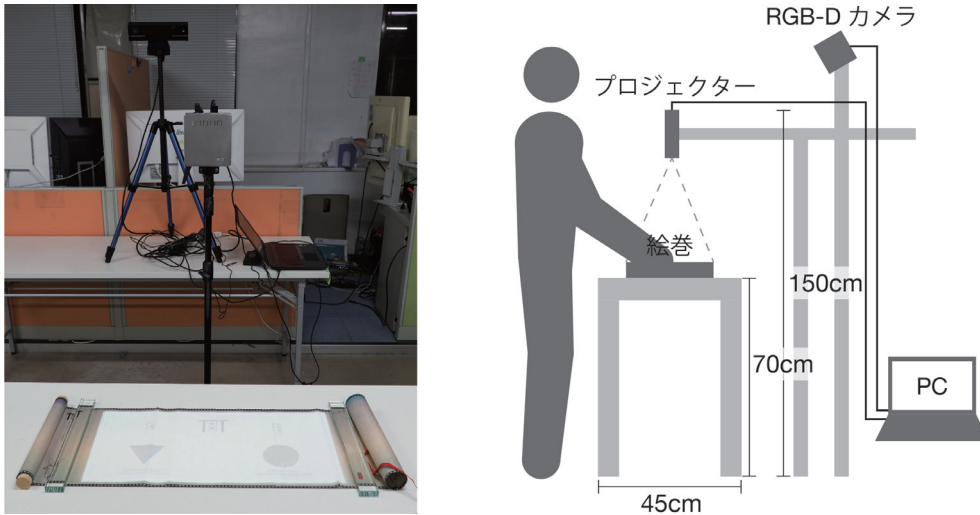


図 13 システムの配置と映像投影環境

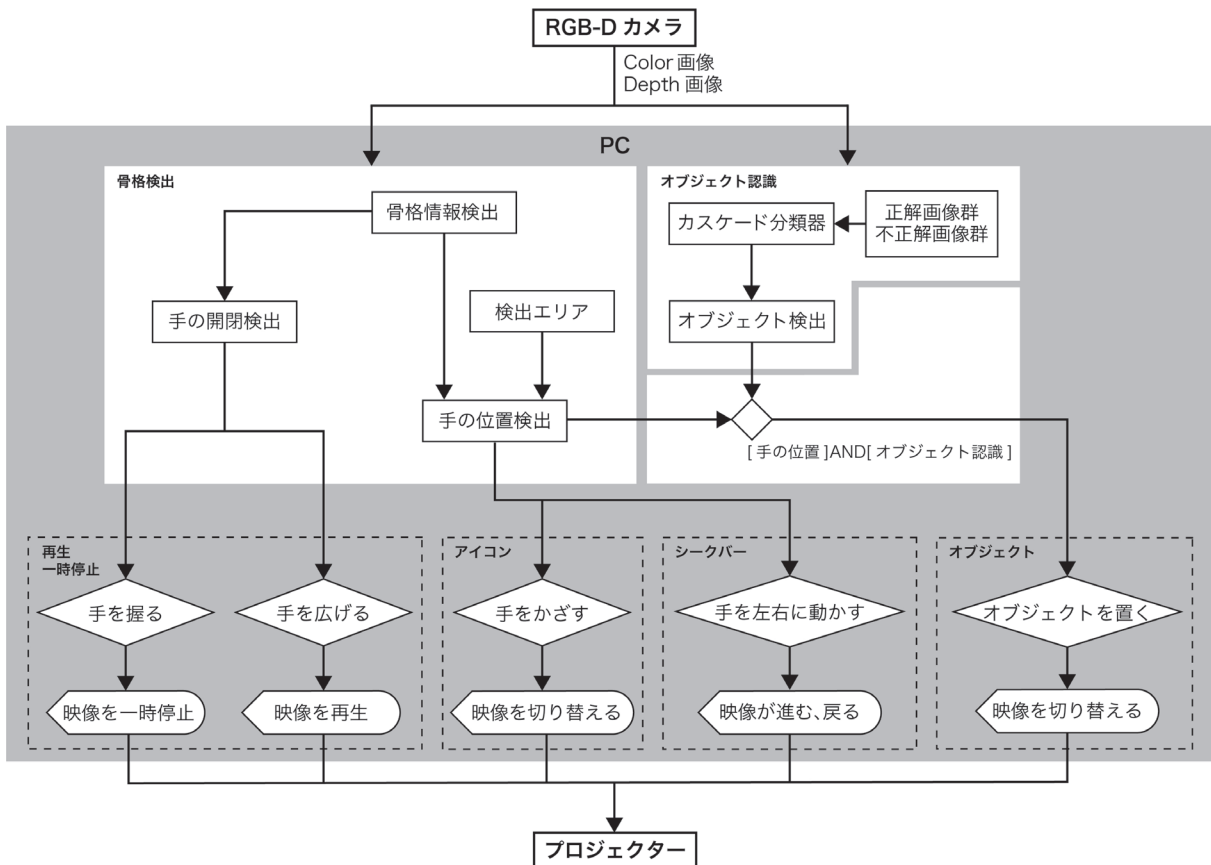


図 14 ユーザー状態認識および投影システムのモジュール構成

ムで 25 箇所の骨格情報を取得する (図 16)。

- ・手の位置検出部：予め設定した手の検出エリア内での、手の 3 次元位置を取得する。本システムでは右手と左手 (HAND_RIGHT, HAND_LEFT) のどちらでも利用できるとした。
- ・手の開閉検出部：手を閉じている・開いている状態を検出する。骨格情報の HandLeftState プロパティおよび HandRightState プロパティを利用する。



図 15 絵巻スクリーンへの投影画像の例

(左右のスライダーによる映像の表示位置の選択および、アイコン上での手の開閉による映像の再生・停止の映像制御を行う)

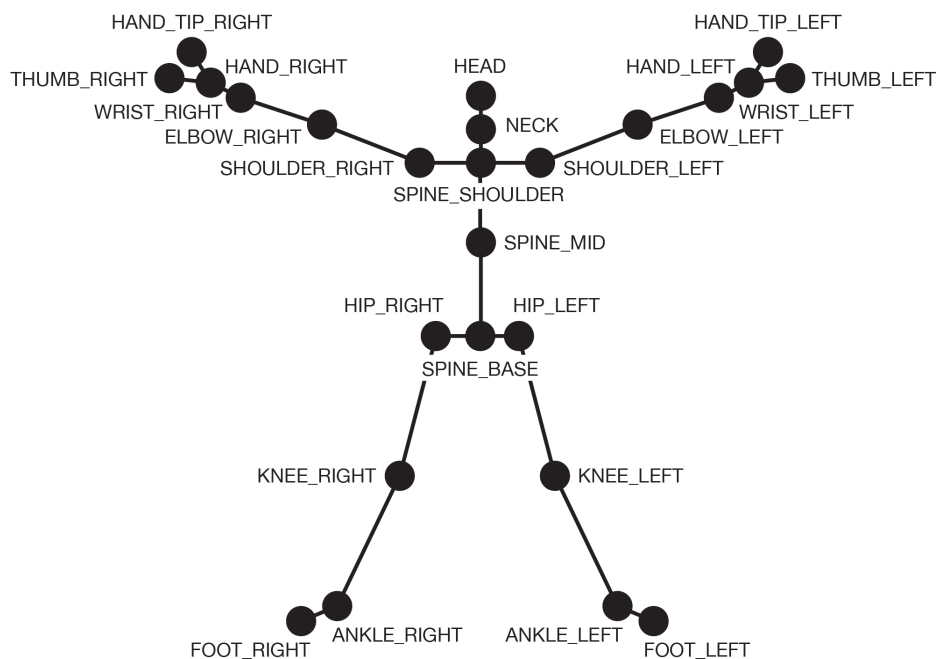


図 16 RGB-D カメラ (kinect) から得られる骨格情報 (各ノードの3次元位置を取得する)

・カスケード分類器 / オブジェクト検出 : Color 画像を利用してカスケード分類器によりオブジェクトの種類を検出する。手の位置とオブジェクトの種類の両方から、特定の場所にオブジェクトが置かれたかどうかを判断する。

3) 手の位置と開閉検出による映像制御

図 17 に示すように、絵巻スクリーンに投影されたアイコン上の空間位置に、水平方向 (x,z) に 10cm 四方、垂直方向 (y) に 15cm の空間エリアを設定した。予備実験より垂直方向に個人差が見られたため垂直方向を広めに設定した。

a) アイコン上の手の位置検出による映像制御：図 16 の骨格情報を連続的に取得して右手か左手 (HAND_RIGHT, HAND_LEFT) が空間エリアに入ったかどうかを条件文により判定する。本システムでは、ある特定のアイコンの空間エリアに入った場合は、投影した画像を切り替え、効果音を再生するように設定した (図 9)。

b) 手の開閉検出による映像制御：手を閉じている・開いている状態を検出する (骨格データの HandLeftState プロパティおよび HandRightState プロパティを利用する)。本システムでは、手を閉じているときは一時停止して、開いているときは映像を再生するように設定した。

c) シークバー上の手の位置検出による映像制御：投影したシークバー上の水平方向 (約 50cm) を 10 分割し、分割位置ごとにアニメーションがスタートする位置を変える。アイコンと同様に個人差も考慮に入れてシークバー上の空間エリアも垂直方向 (y) に 15cm とした。

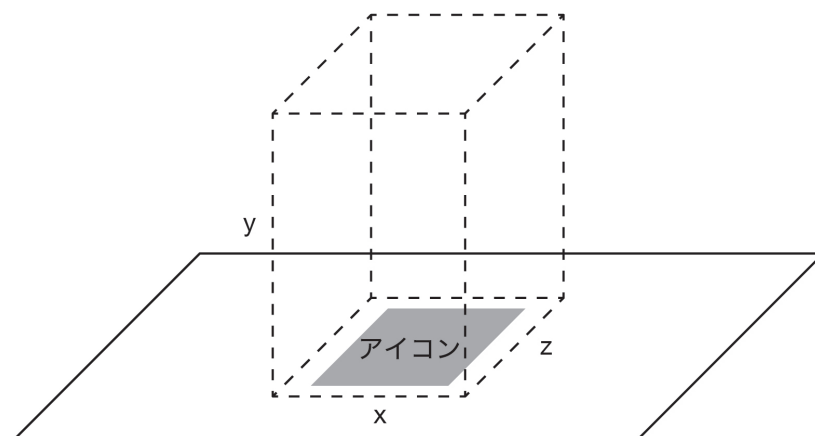


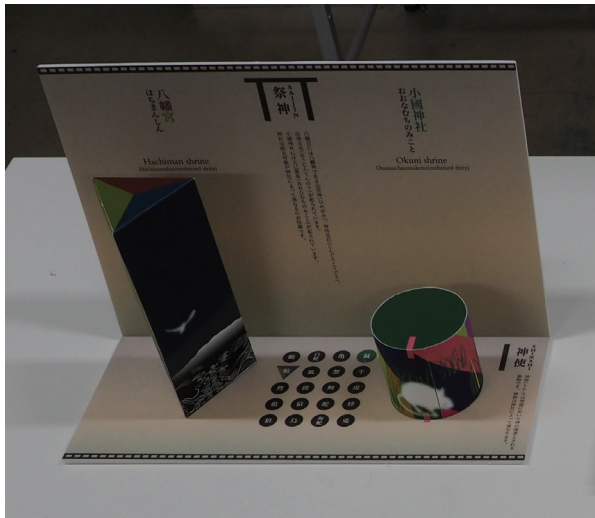
図 17 アイコン上の空間エリア。このエリア内に HAND_RIGHT あるいは HAND_LEFT が入ったときに選択されたと判断する。操作時の個人差のため y 方向を 15cm 程度に設定する。

4) オブジェクト認識を利用した映像制御

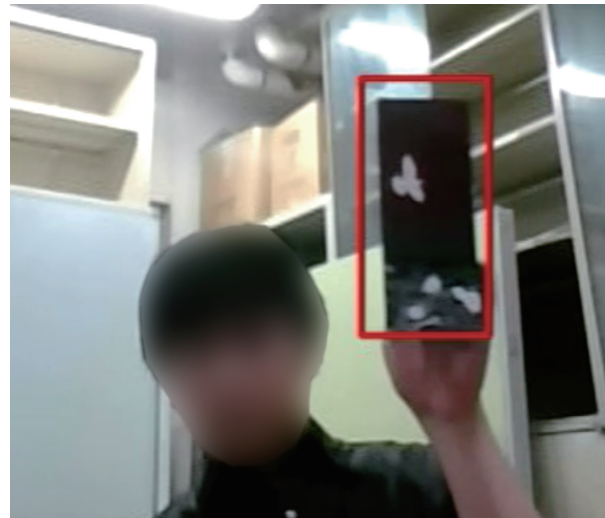
本システムでは図 18 に示すように、神使が印刷されたオブジェクトをアイコン上に置くことで、対応する映像や知識を表示する。絵巻にはオブジェクトの上面と同じ絵が投影されており、そこにオブジェクトを置くように誘導する。

判定条件としては「アイコン上に手がある (左右の手の骨格情報が空間エリア内にある)」かつ「アイコンとオブジェクトが一致している」ときに、利用者がオブジェクトを手で持ち、所定の場所に置いたと考えて映像を切り替える。

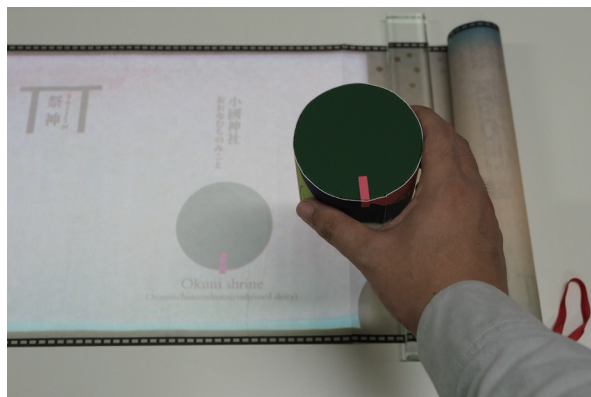
オブジェクト認識は OpenCV で採用されている Viola らによるカスケード分類器 [68] を活用した。カスケード分類器は検出したい物体が映っている正解画像を 7000 枚以上、検出させたい物体が映ってない画像 3000 枚以上を用意して機械学習によって作成される。本システムでは物体の局所的な明暗差の組み合わせにより、画像を判別する Haar-Like 特徴量を利用した。また 100 枚程度の正解・不正解画像から角度や明暗を変換して学習用の画像を生成する createsamples を適用した。



(a)2種類の神使オブジェクト



(b) 神使オブジェクトを認識したところ



(c) アイコン上に神使オブジェクトを置くところ

図 18 手の位置検出とオブジェクト認識による映像制御の例

4.4 神社におけるユーザースタディ

本システムの効果を検証するために、静岡県の小國神社境内の研修室内で2017年11月1日から7日まで展示した。展示場所は参拝の導線上にあり、また屋内であるため景観を変化させることがなく、システムや映像のための電源の確保もできる場所となることを考慮に入れた。

伝統的な題材を扱ったシステムの必要性や、受容性と興味を持つことを確認するために2歳から60歳以上67名に利用してもらい、36名(男性20名、女性16名)にインタビュー形式で意見を伺った。また神社関係者2名から意見、感想を得た。

4.4.1 現地での参拝体験の効果

現地に設置する効果を確かめるために比較対象としてウェブサイトに関する質問をした。展示した神社はウェブサイトを持っているため、「神社に行く際にこの神社のウェブサイトを見ましたか。」と質問した。「見る」と回答した人が12人、「見ない」が24人だった(図19左)。当日に見なくても見る可能性がある場合は「見る」に数えた。ウェブはどこからでも利用できる特徴があ

るため、主に見る人は神社までのアクセスを確認するために見ていることがわかった。また見ない人も回答の理由で行き方を知っているから見ないという回答が見られた。情報の伝え方を考えるとその情報に適した方法があり、ウェブは目的地に行くために現在地から情報を取得することで役立っている。しかしアクセス以外の情報を見てもらうことは難しいことが推測できる。一方作法は神社で行うため現地でメディアに触れることができれば記憶に残りやすく、取得した情報を即座に活用することができると考えられる。

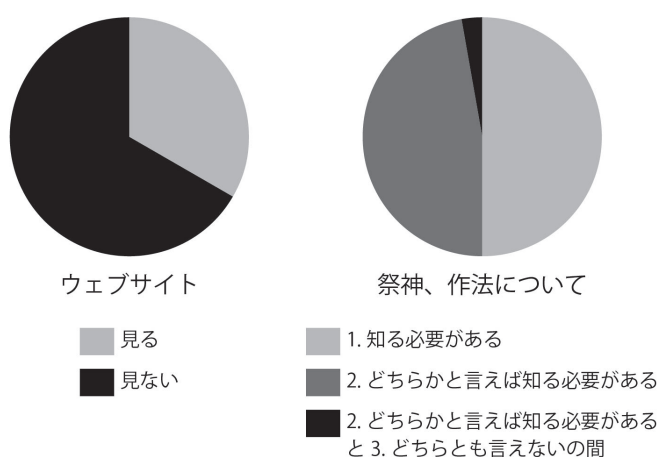


図 19 アンケート結果

現地に設置する従来手法としてディスプレイ表示との比較では、絵巻に投影した同一映像をクリックで切り替えることができるものを制作し、利用者に操作してもらい、提案メディアと比較し、感想を聞いた。提案システムの回答は「面白いですね。ただ画面を見てクリックして見るっていう行為よりも。手をかざしてみるとか、物を置いてみるとか動作があることで見る面白さはあると思いますね。同じものを見るにしても。(40代男性)」, ディスプレイは「こっちの方がやりやすいね。あちら(提案システム)は初めてだとわかりづらいというか。(60歳以上男性)」など普及しているデバイスのため、操作方法がわかりやすいという利点があった。しかし提案システムは「どうなるかわからないっていうところもあるんで、これ(ディスプレイ表示しているノートパソコンの感圧タッチトラックパッド)をクリックしたら前に進むというのは普段の動作じゃないですか。物を置くことによってどうなるんだろうっていう未知のところがあるので、その面白みはありました。(40代男性)」という操作に慣れていないことが興味につながることもわかった。

4.4.2 作法と知識の有用性

作品を通じて体験した情報の必要性を確認するため「祭神、作法について知る必要があると思いますか。」と質問し、「1. 知る必要がある」、「2. どちらかと言えば知る必要がある」、「3. どちらとも言えない」、「4. どちらかと言えば知る必要はない」、「5. 知る必要がない」の五段階で回答し

てもらい、理由を聞いた。回答は「1. 知る必要がある」が18人、「2. どちらかと言えば知る必要がある」が17人、「2. どちらかと言えば知る必要がある」と「3. どちらとも言えない」の間が1人という結果だった（図19右）。祭神と作法をまとめて聞いたが「2. どちらかと言えば知る必要がある」と回答した人の中には作法だけなら「1. 知る必要がある」を選択したという人が含まれており、特に作法が重要視されていることがわかった。また知る必要はあるけど押し付けになってしまいそうだから「2. どちらかと言えば知る必要がある」を回答した人がいた。作法は日常生活の中にも存在しているからより必要であると考えられる。

回答理由は「何て言うんですかね、信仰で何もわからない奴に手を合わせてもしょうがない。（30代男性）」、「参拝の、神社にもお寺にもそれなりの参拝のルールがありますけども、それに則った方が自分もけじめがつくというか、そのルールに則っている方がより自分の気持ちが、整理がつくというか、そういう形になると思うんで、まあ知った上でお参りした方が、よりお参りしたときの、こう、心持ちが変わるというか。（40代女性）」など礼儀として、しっかりしたいという理由が多数を占めた。

4.4.3 設置空間との親和性

題材に適した素材、デザインが設置空間との親和性に効果的であるという感想が得られた。例えば「デザインは良いと思いますね、神社というところにあったような。そういうのは大事だなんて思います。（30代男性）」、「画面はとても見やすいですね。綺麗だし、上手に作ってあるよね。レイアウトとか。雰囲気もでてるし。（60歳以上男性）」、「実写の動画だと例えばこの二拝二拍手のとこだけずっとループしてるとうるさいと思うんですよね。絵的に。なんかこう生身の人間が映っていると。これだったらあんまりうるさくないかなと、視覚的にも。シンプルな方が。（神社関係者）」など意図したことが評価された。また「面白いと思った。絵巻とか雰囲気がでる。（20代女性）」などの感想があった。

4.4.4 多世代の参拝者の受容性

利用者の約半数18名が面白いという感想を述べた。主にデザイン、操作方法、効果音について面白いと回答している。また提案システムはセンサーやPCなどの機材を使った表現であるがウェブサイトを見ないと回答した60歳以上13名からも面白いという意見は含まれ、表現方法自体に否定的な意見は聞かれることは無かった。

また、体験したメディアが利用者の心や行動に影響するか確認するために「作品は自身にどのような影響をもたらしますか。」と質問したところ、主に伝える内容についての影響と表現手法の今後についての影響に回答が分かれた。内容についての影響は「再認識されたというかね。ある程度親から教わったけども。（60歳以上女性）」、「これは（参拝の作法の作品）はやってみたいなって思った。（60歳以上男性）」、「いっぱい社会常識としての知識が得られた。こんなものもあるのか。

(30代男性)」などの回答があった。

表現手法の今後についての影響では「まあテクノロジーが発展すればこうなっていくのかな、感覚として。表現方法が変わっていくのかな。(30代男性)」や「今後こういうVRを使った展示とかが増えてくるのかなと思ってちょっとワクワクするというか、期待が高まるって感じですかね。(30代男性)」などの回答があった。

4.5 考察

4.4 で述べたように、実際の神社に設置して参拝者や神社関係者に体験してもらい、作法や祭神についての必要性や興味の確認を行った。また若者から高齢者まで絵巻へのプロジェクションや動作認識による体験が肯定的に受け入れられることがわかり、空間に対しての親和性とインタラクションが効果的に作用したと考えられる。

ユーザースタディから伺われた改善点としては、次の2点である。

1) 利用者への体験行動の伝達

手をかざす行動はアイコンのデザインで多くの人に伝わった。しかし、オブジェを置く行動を伝えるためのデザインはオブジェの上面と投影している映像を同一にし、説明しなくても状況からオブジェを同じデザインの投影面に置く行動を誘発しようとしたが、想定していたよりも伝わらないことがあった。

2) 利用者が持っている知識の幅への対応

利用者の知識に幅があり、一種類の絵やテキスト表現では全ての利用者に新しい知識、発見を伝えることができないため、簡単なものから難しいものまで複数コンテンツを用意して選択できるようにすることや、一つの絵とテキストから利用者の操作によって深く知ることができる階層を作る必要があると考えられる。例えばわからない単語があったら利用者の操作でその単語の意味が表示される仕組みが考えられる。

今後の展開としては神社関係者から「結構今の若い人たちは正式というかね、正しく作法を身につけたいとか、どうせお参りするんだったら正しくお参りしようみたいな空気は非常にあるんですね。」という感想があった。また、具体的な野外の場所、参拝者の避寒所などより多くの人を利用できる場所での展示の要望、提案を聞くことができた。利用者からも「裏手の機械 (RGB-DカメラやPCのこと) はあれですけど、これ(投影部分) だけがあったら野外でもいいかなあと。(30代男性)」や「こういうのってああいうところ(野外) にもいつか置けるようになるんですか。そしたらすごいいいのに。面白そう。(20代女性)」という意見を得た。

4.6 まとめ

4章では神社における参拝文化を伝える拡張現実メディアの設計要件と実装手法について述べた。神社に設置して若者から高齢者までの多世代の利用者にアンケート調査を行い、現地での参

拜体験の効果や、作法と知識についての関心などを確認した。またインタラクティブな体験システムが高齢者などでも利用することができ、面白いと感じて貰えることが分かった。今後の課題としては、海外からの旅行者などの外国人に対する有効性を検証することも挙げられる。

5 章 体験行動を伝えるピクトグラム

5.1 研究の背景と目的

神社における参拝文化を伝える拡張現実メディアでは、デザインで行動を推測させようとしたが、参拝者がメディアに対して何をしたらいいのかわからない問題が見られた。この作品以外にも近年のデバイスや認識技術の発展により、センサによる行動認識と映像を利用したメディアアート作品や美術館や博物館などにおける体験型展示が増加している。例えば、グー、チョコキ、パーのような手の状態を認識して映像を操作するインターフェース [69] やタブレットのカメラを使い、ディスプレイ上に表示されたオブジェクトを手で操作する拡張現実メディア [70][71]、風呂敷を包んでいくと、状態によって風呂敷に投影された映像が変化するシステム (6 章) などが実現されている。これらのシステムでは、利用者の手や上腕と前腕の動きによる行動を認識して、映像を切り替えたり、映像内の環境を変化させている。しかし、展示環境で利用者にとどのような動作をして欲しいのかを伝えるのは難しい。行動認識により映像制御を行うテーブル型プラットフォームを開発する上で行動を伝えることは、利用者がメディアを体験する上で重要であり、本研究以外のメディアにも活用できるため、わかりやすく行動を伝える手法を考える。

利用者へ行動を伝達する方法としては、自然言語による音声や文字での表現は、利用者の言語圏によって違いがあるため、日本語、英語、中国語、韓国語などの多言語の表示が必要となる。同じ言葉でも行動によっては複数の動作がありえるため、制作者が意図した行動を正確に伝えるためには、行動を細かく丁寧に説明しなければならない。しかしそうすると利用者が理解するのに時間がかかり、文字数が多くなることで表示面積が増え、作品の表現としては邪魔になる可能性もある。また、実写映像やアニメーションなどの動画によって入力行動を伝達する方法では、コンテンツの世界観や雰囲気などに合わせた演出が必要となる。例えば、テーマパークでのアミューズメント施設では、作品のキャラクターを登場させることも考えられるが、視認性も考慮に入れて作品ごとに制作する手間があり、著作権のため再利用も容易ではない。

公共空間において行動を伝えるために広く用いられているものとして、多様な年齢や国籍の利用者が理解することのできる手段としては、ピクトグラムが挙げられる。ピクトグラムとはシンプルな図形と配色で情報や注意を示す視覚記号のことで、避難誘導、交通標識、トイレ、オリンピック競技など世界中で利用され、多様な分野で活用も検討されている [72][73][74]。しかしジェスチャー入力などを利用した体験型展示にピクトグラムを使用した事例や効果はこれまでに報告されていない。

この章では、メディアアートや博物館の体験型展示で入力のための行動を伝えることを目的としたピクトグラムを使った行動伝達手法を提案する。まずメディアアート作品や、美術館・博物館などでの典型的な体験行動を、1) 手の状態を使った入力手法、2) 上腕と前腕を使った入力手法、3) ボタンやスクロールなどの入力手法、4) 外部オブジェクトを使った入力手法に分類する。次に各分類の行動例を動画ピクトグラムと静止画ピクトグラムで作成して、20代から70代までの利用

者に対して、正答率と時間の測定により比較する。これにより、体験型展示を想定した行動が利用者に伝わるか、また動画と静止画の違い、年代によって配慮すべき点などを明らかにする。

5.2 ピクトグラムと行動伝達に関する従来研究

5.2.1 コミュニケーションツール

ピクトグラムは施設の内容や指示、注意などを知らせるだけでなく、コミュニケーション手段としても使われている。Neurath が 1920 年代に考案したアイソタイプ [75] は、統計データを労働者階級にも理解できるように単純化した形を用いて表現した。アイソタイプは後の標識やインフォグラフィックに影響を与えた。

ピクトグラムはコンピュータでも活用されており、インターネットを活用した試みでは、Pereira [76] が認知障害を持つ人々の社会的、デジタル的なギャップを埋めようとするためにピクトグラムベースのインスタントメッセージサービスを開発した。予備評価で認知障害のある人に使用してもらい、コミュニケーション能力の向上を確認している。AraTraductor[77] は文章をピクトグラムに翻訳するシステムでウェブやアプリ上で使用できる。従来の翻訳ツールと比較して至適基準に近い翻訳を達成している。Moriら [78] は異国間の子供が使うピクトグラムを使ったソーシャルネットワークサービスを通じてコミュニケーションパターンを明らかにした。主にピクトグラムは構文、絵画的、ストーリーテリングとして使われることが多く、使用者や異なる文化によって多様な使われ方があることを示している。

5.2.2 動画ピクトグラム

ピクトグラムを動かすことに関しては、日本ボイスサイン協会が開発しているアクトグラム [79] は、ピクトグラムサインが動くことで災害発生時に取るべき適切な行動を人々に喚起することを目的としている。地震発生時からの時間を 4 つの段階に分け、それぞれの段階に必要な情報を伝えることを提案している。大野ら [80] は動詞や形容詞など抽象度が高い品詞は静止画での表現に限界があることを推測し、動詞を意味する動画ピクトグラムを制作した。静止画、動画ピクトグラムを利用者からのアンケートで比較し、分かりやすさの分析、デザイン指針の提案をしている。

本研究では従来研究と異なり、コンテンツへの利用者の集中を妨げないようにピクトグラムのデザインや表示方法についても考慮して制作する。

5.2.3 行動伝達手段

行動伝達の観点からは、小川ら [81] が公共空間で手と指を使った入力操作を誘導、指示する手法をディスプレイ上にアイコンとテキストで示した。利用者は自身の動きに反応することがわかるとインタラクションに熱中するが、文字や文章の操作説明は積極的に読もうとしないことがわかっている。大隈ら [82] は科学ミュージアムのガイドシステムの中で体験型展示の体験方法を

ハンドヘルド PC にテキストで表示している。しかし展示物よりも端末の画面を見てしまうという評価結果があり、体験方法の伝達としては展示物の体験に影響が少ない方が望ましい。

5.3 行動伝達ピクトグラムの設計

5.3.1 展示に必要とされる体験行動の種類

5.1 でも述べたようにメディアアート作品や美術館・博物館などでの利用を想定して、典型的と考えられる行動として、これまでの作品や研究では腕や手を使った入力手法が多い [69][70][71] ことが挙げられる。これらのシステムにおいて、展示環境で利用者にどのような動作をして欲しいのかを伝えるのは難しいという問題がある。

腕や手を使った入力方法の組み合わせとしては、次のような 4 種類が考えられる。

- 1) 手の状態を使った入力手法
- 2) 上腕と前腕を使った入力手法
- 3) ボタンやスクロールなどの入力手法
- 4) 外部オブジェクトを使った入力手法

1) の手の状態を使った入力手法は、手を広げる、手を握るなど手の状態を認識して入力するインターフェースを想定している。2) の上腕と前腕を使った行動のうち、行動が意味を持つものとして次のようなものが挙げられる。

- a) 環境を変化させるための行動：扇ぐ、吹く、投げるなど。
- b) 環境の変化に対応するための行動：寒がる、傘をさす、日差しを遮るなど。

本稿では体験型展示において、利用者の行動によってコンテンツ映像に変化が起こる a) を対象とした。RGB-D カメラで行動を認識するシステムだけでなく、ヘッドマウントディスプレイを使ったシステムを体験するときに付属のコントローラーを使う際にも上腕と前腕を主に利用する [83]。上腕と前腕を使った入力手法では、同じ行動でも大きな動作をする人や、最小の動きで行おうとする人がいるなど個人差が生じやすいため、動き方も含めて正確に伝えることが必要となる。

3) のボタンやスクロールなどの入力手法は、従来のインターフェースで行われてきた入力手法のため、利用者に馴染みのあるものとして、実空間での入力手法としても取り入れることも考えられる。例えばアイコンに手をかざす、シークバーに手をかざし、左右に動かすことで映像を操作するシステムに利用される [84]。

4) の外部オブジェクトを使った入力手法は、物の移動や変形を行うことを入力とするものである。例えば風呂敷で物を包んでいく工程のある作品 [85] やオブジェクトを持ち、指定された場所に置くことを取り入れた作品に利用される [84]。これらの具体的な利用例は 5.6 で紹介する。

5.3.2 行動伝達ピクトグラムの要件

本稿では、体験型展示の常設的な利用のために、ピクトグラムにより利用者に体験方法を伝え

ることを目的としている。要件としては次のようなものが考えられる。

- ・体験行動を短時間で伝えることができる
- ・多くの利用者が理解できる
- ・作品のコンセプトや表現にできるだけ邪魔にならない
- ・制作が容易である

まず個々の展示物で必要となる体験行動を数秒程度の短時間で伝えることが必要となる。また公共空間で利用するため、幅広い年齢や国籍の利用者が理解できることが望ましい。メディアアート作品などでは、制作者の表現をできるだけ邪魔しないことも重要である。さらに行動には多くの種類があるため、本稿で挙げる具体例以外のピクトグラムが実際の展示で必要になることも有り得る。そのとき、提案する制作手法により容易に制作できるようにする。

5.3.3 デザイン要件と制作手法

要件を達成するために、行動伝達ピクトグラムのデザインには次のような点を考慮に入れる必要があると考えられる。

- ・行動のみを伝える造形

本稿のピクトグラムは、展示で使ったとき、利用者のコンテンツへの集中を妨げないようにすることや制作を容易にするために、行動を伝えること以外の要素を持たない単純な平面の図形で制作する。

他のデザイン案として例えばピクトグラム内の人物を立体的にすると陰影により、人物の明度が低くなる場所がある。その結果、明瞭な二色のデザイン（図 20 左）と比較すると地と図の明度が近くなり、視認性が低下する（図 20 中央）。また体型や性別、髪型などの要素が関わってくるデザイン（図 20 右）では、作品内容に沿った選択が必要となり、制作の手間や汎用性が低下する問題がある。そのため行動以外の要素を持たないようにする。



図 20 ピクトグラムのデザイン

- ・行動がわかりやすい構図

展示で活用される行動は、本稿の具体例以外にも考えられる。そのため新たに制作するときできるだけ容易にするために構図の種類も制限した。上腕と前腕、手の状態をわかりやすくするためにピクトグラム内の人物は横向き、正面のいずれかを選択する。横向きの構図を選択した場合、

投影したコンテンツ映像の内側を向くように表示位置によって向きを反転する。

ボタンやスクロールなどの入力手法と外部オブジェクトを使った入力手法は、上記の人物を主に描写する構図にするとアイコンやシークバー、スワイプ対象である画像、オブジェクトなどが目立たず、わかりにくい。そのため人物ではなく、アイコンやシークバーなどを中心にして制作する。

・制作手法

それぞれの構図用に頭部、胴体、上腕、前腕、手の基本パーツを用意し、それらを組み合わせることで制作を容易にする。行動ごとに調整が必要な場合は、これらのパーツを修正していく。また 10 マス×10 マスのグリッドを基本に制作することで形が制限され、形について考慮する時間を省き、デザインに統一感を持たせる (図 21)。

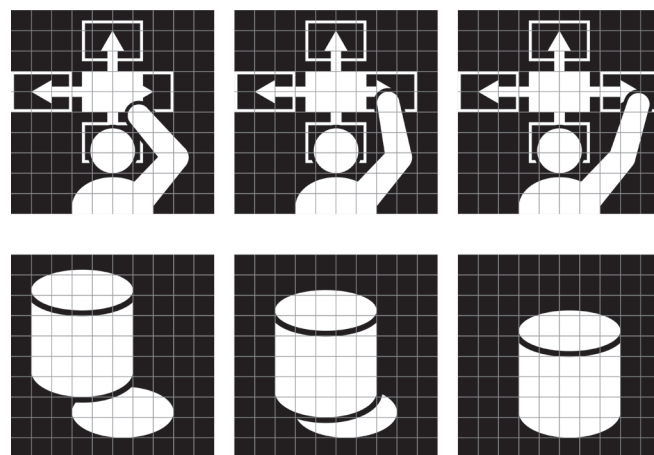


図 21 グリッド線

色は PIC シンボルのデザインコンセプト [86] と同様に、視認性を維持しつつ、使う色を最小限にするため白と黒のみで制作し、明度差を最大にする。ピクトグラムを表示する背景に応じて地と図の色は反転する。有彩色は安全標識で赤は禁止、青は指示、黄色は注意警告など役割ごとに分けて使われている [87]。色ごとに意味が定着しており、利用者に余分な情報、連想を与えることを避けるため有彩色の使用は控える。コンテンツの都合上、有彩色を使用した方が良いと判断したときは、安全色と類似せず、白とコントラストが高い色を推奨する。

動画ピクトグラムは行動の始まりと終わり、その中間の 3 コマの絵でアニメーション表示させる。それぞれの 1 コマ目と 2 コマ目は 0.25 秒ずつ表示し、3 コマ目は動画をループ再生する際に、一つの行動として区切るため、0.5 秒表示する。静止画ピクトグラムは、動画ピクトグラムを元に行動や物の移動の軌道を矢印で補足して静止画としても成立するようにする。

5.3.4 ピクトグラムの制作事例

5.3.1 ~ 5.3.3 を考慮に入れて 9 つの動作例を制作した結果を図 22 に示す。これらのピクトグ

1. 手の状態を使った入力手法



2. 上腕と前腕を使った入力手法



3. ボタンやスクロールなどの入力手法



4. 外部オブジェクトを使った入力手法



図 22 動画ピクトグラム

ラムの一部は 5.6.1 にて利用例を示す。また作品によって必要となる行動は変わるため、本節以外の行動が必要となる場合は、5.3.3 デザイン要件と制作手法で述べた方法で制作する。

1) 手の状態を使った入力手法

手の状態を認識して映像を操作するインターフェースを想定して、「正面に向けて手を広げる」、「正面に向けて手を握る」ピクトグラムを制作した。この種類の行動は左下に示した手の状態を差し替えることで他の手の状態の伝達にも応用することができる。利用例としては、手の状態に操作内容を割り当てて、例えば「正面に向けて手を広げる」が映像再生、「正面に向けて手を握る」が映像を一時停止するなどの操作を実現することが考えられる。

2) 上腕と前腕を使った入力手法

上腕と前腕を使うものとして、本稿では、上腕と前腕が様々な場所に位置するような行動を選択した。その中でも行動の終端が目的になるものと、行動の始まりから終り全てが一つの行動として認識されるものがある。行動の終端が目的になるものは「吹く」を制作した。また行動の始まりから終りまでが行動として認識されるものとして「扇ぐ」、「投げる」を制作した。利用例としては、それぞれの行動の意味に関連した反応を割り当て、「吹く」は行動を認識することでタンポポの綿毛が投影した映像に飛んで花が咲く、「扇ぐ」は投影した映像の風景に風が吹く、「投げる」は投影した映像にボールが飛んでいくなどの効果を生成することが考えられる。

3) ボタンやスクロールなどの入力手法

ボタンやスクロールなどの入力手法として「手をかざす」、「シークバーの操作」、「スワイプする」の行動を伝えるピクトグラムを制作した。例えば「手をかざす」はボタンやアイコンを押す、クリックする、タップするなどスイッチの役割を果たし、投影映像を切り替えることに利用できる。「シー

クバーの操作」は動画サイトなどで取り入れられているインターフェースを実空間で利用者の手だけで操作できるものとし、投影されたシークバー上で手を左右に動かすことで映像を操作する。「スワイプする」は主にスマートフォンやタブレットで取り入れられているインターフェースであり、画像などを意図した方向に移動させることができる。従来では主にディスプレイ上で指を使い行っていたが、実空間で投影された映像を操作するために腕を使って行うことが考えられる。

4) 外部オブジェクトを使った入力手法

外部オブジェクトを使った入力手法として「オブジェを置く」ピクトグラムを制作した。例えば展示空間に置かれているオブジェクトを移動させると表示が変化するような場合が考えられる。

5.4 評価

5.4.1 評価用システムの設計

ピクトグラムによる行動伝達の効果を検証するための評価用システムの構成について述べる。従来の手法では、体験方法を作品の横にパネルなどで設置されることが多いため、展示を見ている利用者の視界から見えないこともある。そのため RGB-D カメラにより利用者の位置を検出して、近づいたときに効果音と共にコンテンツ映像上にピクトグラムを表示することで、気づきやすく、作品体験を妨害しないようにする。動画ピクトグラムはループ再生される。表示された行動を利用者が行うとピクトグラムは消え、行動の結果が映像で表示される。または行動せず、展示物から離れるとピクトグラムは消える。

「正面に向けて手を広げる」、「正面に向けて手を握る」の認識は Kinect にある認識ライブラリを利用した。「吹く」、「扇ぐ」、「投げる」、「スワイプする」の動作は Visual Gesture Builder で独自に登録して認識した。「手をかざす」、「シークバーの操作」は RGB-D カメラで検出した利用者の骨格の手の部分がアイコン上の空間座標に入ると映像が切り替わるようにした。「オブジェを置く」は OpenCV のカスケード分類器を活用し、利用者の手がオブジェを置く位置を示したアイコン上にあり、かつ RGB-D カメラがオブジェを認識していると映像が切り替わる。

5.4.2 予備実験

システムのユーザビリティの検証のため、2018年2月21日に研究室内で情報工学分野の大学院生4名(男性3名,女性1名)に動画ピクトグラムを表示し、ピクトグラムが示す行動をしてもらった。

アイコンやシークバーの操作とオブジェを置くために「手をかざす」、「シークバーの操作」、「オブジェを置く」のピクトグラムはモバイルプロジェクターで卓上に投影し(図23左)、それ以外のピクトグラムは短焦点プロジェクターで壁面に投影した(図23右)。壁面のピクトグラムは、中央の同じ位置に表示した。今回のシステムでは、ピクトグラムの行動に関わるコンテンツ映像は行動を理解する手がかりとなる可能性があるため、表示しないようにした。RGB-D カメラが利

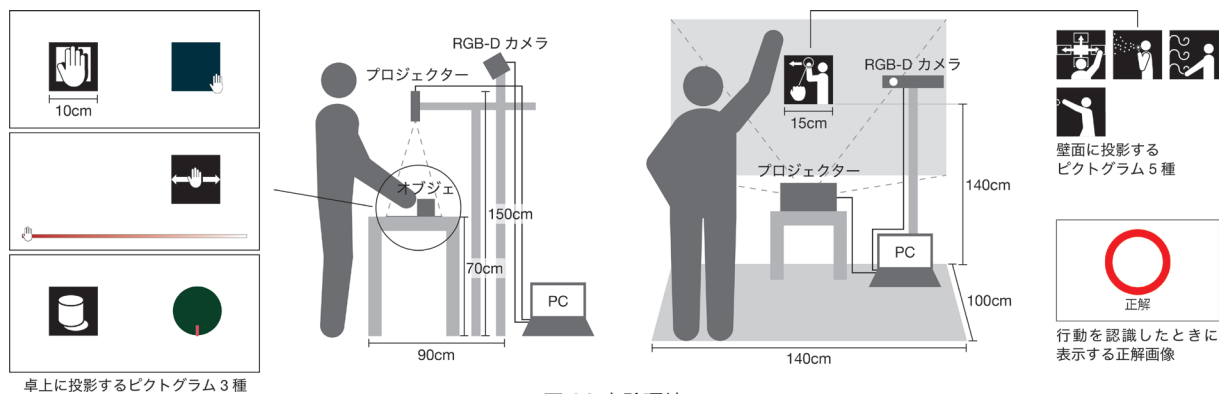


図 23 実験環境

用者の行動を認識すると、正解画像を表示するようにした(図 23 右下)。

予備実験の結果、RGB-D カメラが認識を間違ったものは学習データを追加して認識精度を上げた。また、動作の定義を次の通りとして、目視で正しい行動をしていると判断できる場合は正解とした。

- ・「手を握る」は手を握って正面に向けたとき
- ・「吹く」は手を握って頭部正面に位置したとき
- ・「扇ぐ」は腕を正面に向けて伸ばし、手が頭部より高い位置から縦方向下に移動するとき
- ・「投げる」は手を頭部の後ろから頭部の前方へ動かしたとき
- ・「手をかざす」は投影されたアイコンが手で覆われたとき
- ・「シークバーの操作」はシークバー上に手があり、手を左右に水平移動したとき
- ・「スワイプする」は腕を内側に曲げた状態から外側に腕を広げたとき
- ・「オブジェを置く」は投影されたオブジェを置くアイコン内にオブジェの底辺が全て入っているとき

5.4.3 ギャラリーでの展示評価

ピクトグラムを幅広い年代層に体験してもらい、行動伝達効果の確認と意見を得るために 2018 年 3 月 8 日から 11 日までシステムをつくば市民ギャラリーで一般公開した。8 名に意見や感想を聞くことができ、内 5 名には動画ピクトグラムが伝えている行動を全種類してもらい、正答率と回答までの時間を計測した。5 名の内訳は 10 代以下男児、30 代女性、50 代男性、60 代女性、70 代男性だった。

正答条件は RGB-D カメラが利用者の行動を認識して表示映像を切り替えることができたとき、もしくは行動ごとに定めた定義を満たしたときとした。誤答はピクトグラムが表示されてから 5 秒経過しても利用者の行動を RGB-D カメラが認識できないとき、および利用者が行動の定義を満たさないときとした。但し「オブジェを置く」は、投影面に隣接したオブジェ置き場からオブジェを手に取りするという工程があるため、8 秒に設定した。また「正面に向かい手を広げる」と「正面に向かい手を握る」は基本動作が同じのため、利用者の負担を考え「正面に向かい手を握る」のみ

評価に使用した。

また、ピクトグラムを見て即座に行動を理解できることがわかりやすさやストレスの観点から重要であると考え、ピクトグラムが表示されてから行動を完了するまでの時間を計測した。表1に正答率と平均行動完了時間を示す（平均時間は少数第三位を四捨五入）。ほとんどの行動は伝えることができたが、正答率がやや低かったものについては以下のような行動が見られた。

表1 動画ピクトグラムの正答率と平均行動完了時間

	正答率(%)	平均時間(秒)
手を握る	100	2.38
吹く	100	2.12
扇ぐ	80	3.08
投げる	100	2.24
手をかざす	20	3.75
シークバーの操作	80	4.25
スワイプする	100	2.06
オブジェを置く	60	4.07

・「手をかざす」については3名が投影したアイコンに手をかざすのではなく、ピクトグラム自体にかざしてしまった。

・「オブジェを置く」の正答率が低かったのは、投影面横に設置したオブジェの存在に利用者が気付かないことが原因だった。制限時間が経過した後、オブジェの存在を知らせるとオブジェをすぐに投影されたアイコン上に置いた利用者が1名いたので、ピクトグラム自体は伝わっていることがわかった。

・「扇ぐ」は風の描画を手でなぞるような動作をした利用者が2名いて、そのうち1名が時間切れとなり不正解になった。

全ての動画ピクトグラムが示す行動をしてもらった5名に加え、3名に静止画ピクトグラム(図24)を見せ、動画ピクトグラムと比較してもらい、以下の意見を聞くことができた。



図24 静止画ピクトグラム

「動画の方が動きがどうやるのかわかる。(30代女性)」

「動く方が面白いのかな。そういうもの(動画)の方がわかりやすいんじゃないかな。(70代男性)」

「やっぱり動いている方が良いかな。連続性とか勢いとかエネルギーを感じるんですよ。(60代女性)」
「動画が、わかりやすい方がいいよね。(静止画ピクトグラムを) 貼っているだけだったらわからない。(10代以下男児の保護者)」

「動くとわかりやすいですね。ものによるんですけど。アクションが二段階になるものは動画の方が良いんですよ。一個だけだったら静止画の方が良いのかなと思います。(40代女性)」

「動画よりもこちらの方(静止画ピクトグラム)が良い。ただ何をすれば良いのか静止画から想像できれば良いですけどもしこれ(静止画ピクトグラム)が貼られていたらちょっとわからない。ものによっては静止画だと分かり難いものがある。(50代男性)」

動画ピクトグラムについてはわかりやすさや面白さについてポジティブな感想が得られたが、行動の終端が目的になるものは静止画でも伝わるという意見もあった。

また「何回かやらなくちゃわからない。今までに脳がインプットしてないとなんだかわかんないんです。(60代女性)」と述べた利用者は、最初に行なった卓上に表示するピクトグラムは理解に時間がかかっていたが、慣れるに従ってテンポよくピクトグラムが表示する行動をする様子が見られた。

5.4.4 デザインの改善

つくば市民ギャラリーで行った展示評価を踏まえて、ピクトグラムのデザインを改善した(図25)。「手をかざす」は表示方法も変更し、アイコンとピクトグラムを分ける(図26左)のではなく、アイコンを削除し、ピクトグラムに直接手をかざすデザインにした(図26右)。「吹く」はタンポポの綿毛を吹くことを表現し、行動自体は伝えることができた。しかし利用者2名の感想からシャボン玉だと理解されていることがわかったため、飛んでいる綿毛のデザインを変更した。「扇ぐ」は評価実験から風の描画が不要だとわかったので取り除いた。「正面に向けて手を握る」行動は伝わったものの予備実験で正面に向けることを誘導する矢印が手を動かすことだと捉えられたため矢印を削除した。この改善に伴い、静止画ピクトグラムのデザインも変更した(図27)。

「オブジェを置く」は利用者が投影面の横からオブジェを取らなければならないため、投影面に対してのみ行動をする他のピクトグラムとは異なる。オブジェの存在を気付かせるために映像を投影するスクリーンをオブジェを置く場所まで広げ、投影映像と一体感を持つように変更した(図28)。

5.4.5 テキストによる行動伝達との比較

5.1で述べたテキストで伝えた場合の利用者の行動の多様性の問題点とピクトグラムを使う必要がある行動を確認するために、2019年2月26日から28日にかけて情報工学分野の大学生、大学院生4名(男性3名、女性1名)にテキストで行動を伝えるサイン8種(図29)を表示し、行動してもらった。環境はこれまでと同様に図20のようにプロジェクターとRGB-Dカメラを使っ

1. 手の状態を使った入力手法



2. 上腕と前腕を使った入力手法



3. ボタンやスクロールなどの入力手法



4. 外部オブジェクトを使った入力手法



図 25 改善した動画ピクトグラム

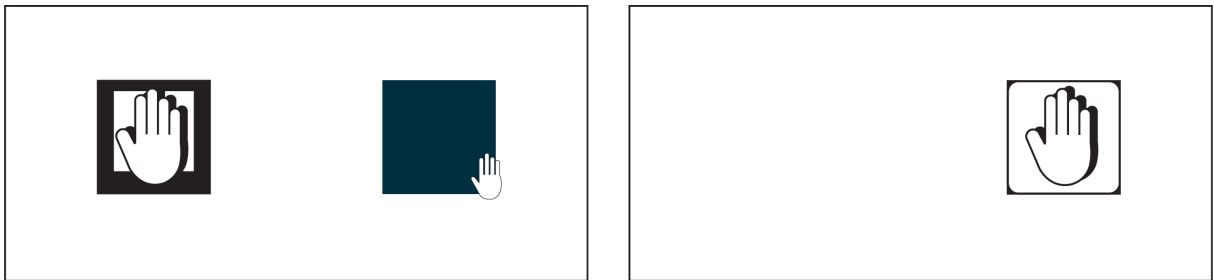


図 26 「手をかざす」ピクトグラムの表示



図 27 改善した静止画ピクトグラム

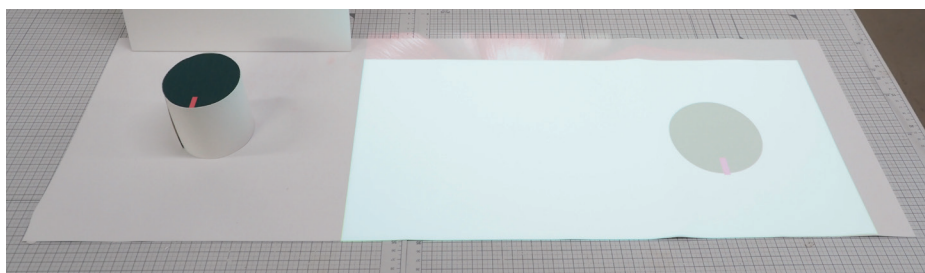


図 28 「オブジェを置く」システムの展示環境

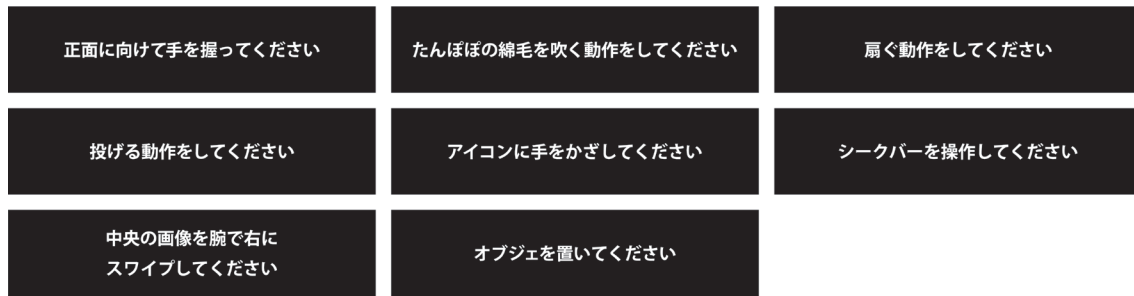


図 29 テキストを使ったサイン

表 2 テキストを使ったサインの正答率と平均行動完了時間

	正答率(%)	平均時間(秒)
手を握る	0	0
吹く	50	3.43
扇ぐ	0	0
投げる	100	3.04
手をかざす	75	3.26
シークバーの操作	75	3.22
スワイプする	25	3.15
オブジェを置く	75	4.24

た。テキストの読みにくさが評価に影響しないように評価の前に同じデザイン、大きさのサンプルテキストを見せ、問題なく読むことができるか確認した上で評価した。正答、誤答はギャラリーで行った評価と同じ条件とした。

結果を表2に示す。「投げる」、「シークバーの操作」、「スワイプする」などは伝えることができたが、「手を握る」は腕を水平方向に伸ばす、「扇ぐ」は自分に向けて扇ぐなどの行動が見られ、利用者4名全員が不正解となった。また「スワイプする」は正しく行動できた利用者は1名だった。指示された行動にバリエーションがあり、人によって捉え方が異なる可能性のある動詞を使ったものは、余分な行動や異なる行動をする可能性があることが確認でき、ピクトグラムで伝えた方がわかりやすい。「扇ぐ」は「映像を扇ぐ動作をしてください」などと表示すれば自分を扇ぐ動作はなくなると思われるが、腕の振り幅や縦方向、横方向に扇ぐのかは利用者によって様々であることが予想される。センサによる行動認識では、行動の正確さが重要であると考えられ、同じ行動でも制作者が意図した動作をしてもらう必要がある。テキストでセンサが認識できる範囲の正確性を持って行動を伝えようとする、評価で表示したテキストよりも詳細に伝える必要がある。しかし詳細に伝えるとテキストが長くなり、利用者の負担が増してしまう。例えば「扇ぐ」を正しくテキストで行動させようとする、「腕を正面に向けて、手が頭部より高い位置から縦方向下に扇ぐ動作をしてください」などと表示しなければならない。

またアイコン，シークバー，オブジェなど行動に関する手がかりがあるものはテキストでも正答率が高かった。

5.4.6 静止画ピクトグラムと動画ピクトグラムの比較

静止画ピクトグラムと動画ピクトグラムのわかりやすさを確認するために，2019年9月3日から19日，2020年8月4日から15日，9月19日から25日にかけて大学生，大学院生，研究員52名（男性43名，女性9名）に静止画ピクトグラム，動画ピクトグラムそれぞれ8種をランダムに表示し，26名ずつピクトグラムが示す行動をしてもらい，正答率とピクトグラムが表示されてから正しい行動をした人の行動完了時間の平均時間を計測した。行動を完了する時間の比較の有意差は $p < 0.05$ とした。静止画ピクトグラム，動画ピクトグラムの正答率と行動完了時間の平均と分散をそれぞれ図30に示す。

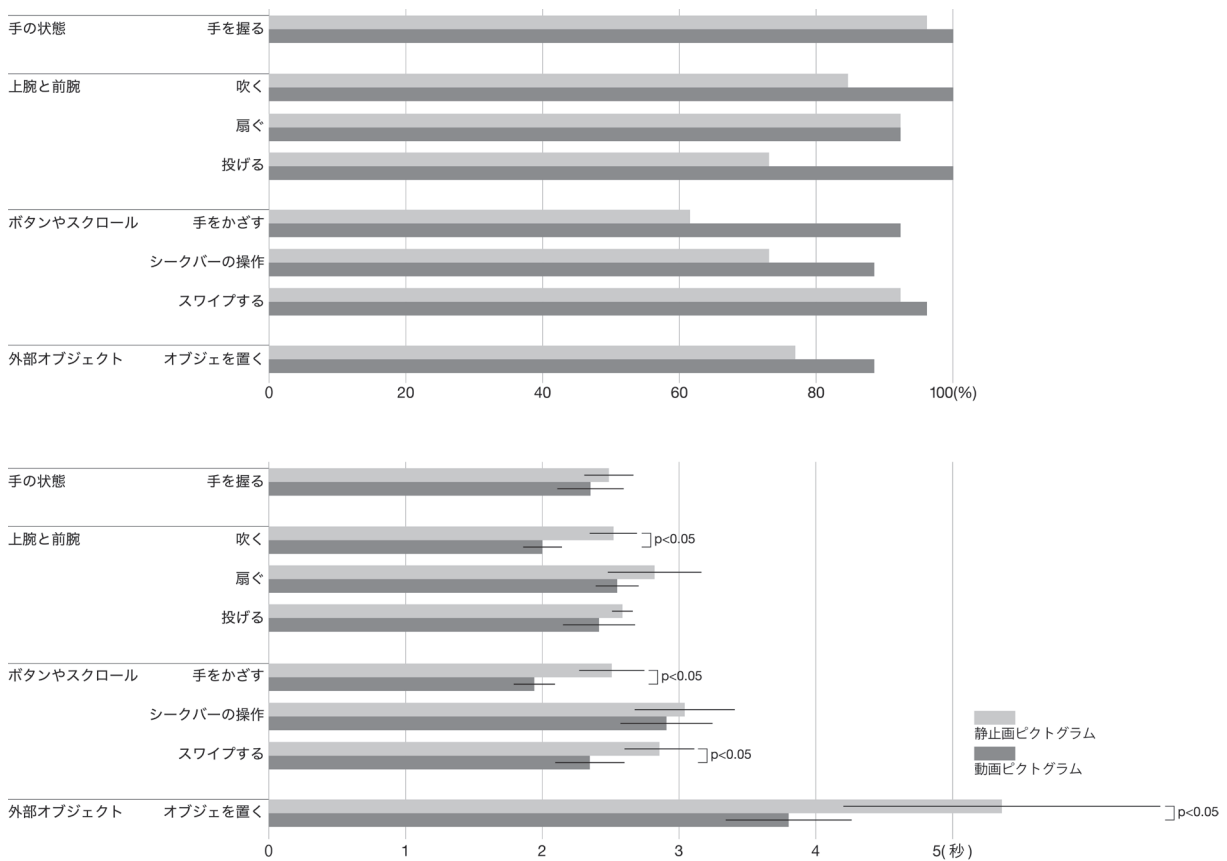


図30 静止画と動画の比較 (上段：正答率, 下段：平均行動完了時間)

動画では全ての行動を88.5%（小数点第2位を四捨五入）以上の利用者（26名中23名）が理解でき，100%の正答率が3種あった。ギャラリーで正答率が低かった「手をかざす」，「オブジェを置く」のピクトグラムは正答率の向上がみられ，デザインの改善が効果的だったと言える。また静止画と動画で正答率の差が大きかったものは「吹く」，「投げる」，「手をかざす」，「シークバー

の操作」,「オブジェを置く」であった。比率の差の検定を有意水準 5% で行うと「吹く」,「投げる」,「手をかざす」に有意差があった。

静止画の「吹く」は手の動きがなく、吹いているだけの行動をし、「投げる」は腕を横に向ける利用者が見られた。「手をかざす」,「シークバーの操作」,「オブジェを置く」は卓上で操作を想定したものであるが、静止画ではいずれも壁面に投影するピクトグラムの行動のように空中に手を伸ばしてしまうなどの間違いであった。動画の場合は手の移動方向など卓上で操作であることが推測しやすいため、正答率が高くなったと考えられる。また本実験ではピクトグラムのみ表示であるが、実際の利用場面では、図 32 や図 33 のように卓上に映像が投影されているため、空中に向けて操作するなどの間違いは減るものと思われる。

図 30 下段の行動達成時間を見ると動画ピクトグラムは行動を達成する時間が短い傾向があり、「吹く」,「手をかざす」,「スワイプする」,「オブジェを置く」は有意差があった。「オブジェを置く」については動画と静止画で正答までの時間差が大きいが、動画の方が丸い領域にオブジェを移動させて置く動作が分かりやすいため、持ったまま戸惑う時間や、置き間違いが減ったと考えられる。

5.4.740 代から 70 代のユーザ評価

年齢が高い利用者にも伝達効果があるのか確認するために、50 代から 70 代の 14 名(40 代 1 名, 50 代 7 名, 60 代 4 名, 70 代 2 名)に動画ピクトグラムを見て行動してもらった。この評価では壁面にプロジェクターで投影するピクトグラムは大型テレビに表示した。

結果を図 31 においてグレーは 5 秒以内、黒は 10 秒以内に正答した人数である。5.4.6 の評価に比べ、ピクトグラムを見てから行動するまでの時間が長い傾向があり、5 秒以上経過してから正しい行動をした利用者がいた。また卓上に表示する「手をかざす」,「シークバーの操作」の赤で表示した利用者は、行動自体は正しかったが、アイコンやシークバー上で行動をしなかった。「オブジェを置く」は投影面に集中して、オブジェに気付いていない様子が見られた。そのため、卓上に対して行動することを補足説明したり、オブジェを赤枠で囲むなど気づきやすくする工夫が必要であると考えられる。

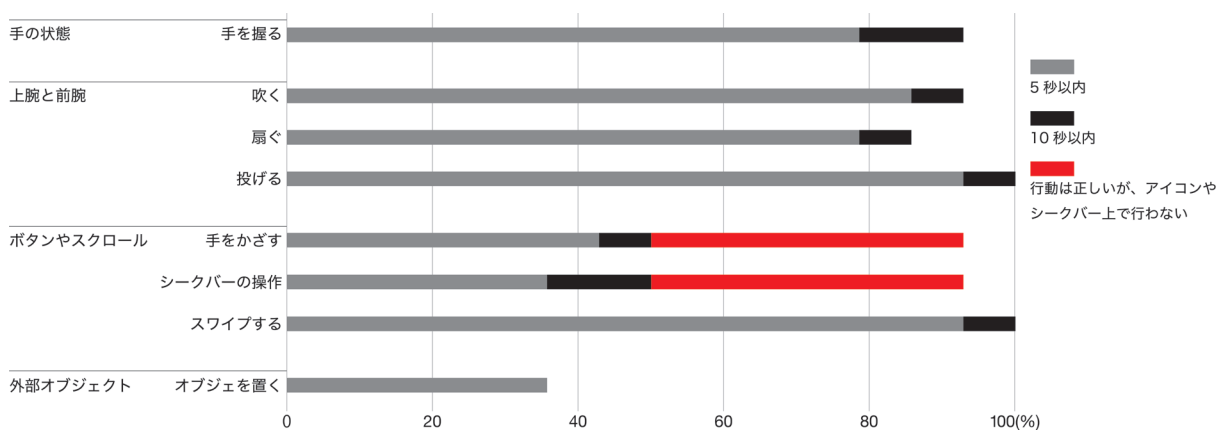


図 31 40 代から 70 代の利用者評価

5.5 考察

本稿では展示に必要とされる行動として上腕、前腕、手の状態を使った行動のピクトグラムを制作した。静止画と動画を比較した評価実験の結果（図 30）から、動画ピクトグラムは 8 種のうち 3 種が 100% の正答率で、低いものでも 88.5% の正答率だった。静止画についても、動画と比較して正答率が同等であるものもあるが、動画ピクトグラムはわかりやすさだけでなく、ギャラリーでの感想から面白さやエネルギーを感じさせるなどコンテンツに対してプラスのイメージを感じさせる効果も伺われた。

実験を通じた改善から、行動を伝えるためには、行動のみを伝えるデザインにすることも重要であることが分かった。例えば図 22 で最初に制作したピクトグラム内にあった風の描写や手を握る方向を示す矢印は、風の描写に沿って手を動かしたり、手を矢印の方向に動かしてしまう行動が見られたが、それらを削除してデザインの改善をした後の評価では、誤解されることなく行動を伝えることができた。

利用者によって行動の捉え方に差が生じやすいものは、テキストと比較してピクトグラムを使った方がわかりやすく伝えることができると考えられる。例えば、テキストでは「手を握る」、「扇ぐ」などの行動にバリエーションが見られたが、静止画と動画ピクトグラムの評価では正答率が改善した。また行動の手がかりのあるボタンやスクロールなどの入力手法や、外部オブジェクトを使った入力手法などでは、テキストでも伝わる行動もあるが、動画ピクトグラムはテキストより高い正答率となった。展示スペースに複数のテキストが納まらないときやデザイン性を重視する場合にピクトグラムの利用が適していると考えられる。

5.6 行動伝達ピクトグラムの実践例

5.6.1 ピクトグラムの活用例

本稿で制作したピクトグラムのうち「手をかざす」、「オブジェを置く」、「正面に向けて手を広げる」、「正面に向けて手を握る」、「シークバーの操作」を神社における参拝文化を伝える拡張現実メディア [84] に活用する例を示す。祭神の情報を伝える作品（図 32）において、「手をかざす」動作は、アイコンに手をかざすことで絵巻に投影されたテキストを切り替える（図 32 左）、「オブジェを置く」動作は、神使のオブジェを所定の位置に置くことで、神使に対応した祭神の情報を表示させることに利用する（図 32 右）。

また、手水の作法を伝えるアニメーション（図 33）において、「正面に向けて手を広げる」は再生する、「正面に向けて手を握る」は一時停止、「シークバーの操作」は動画の再生位置を操作することに利用できる。

5.6.2 ピクトグラムの応用例 1

積み木を使った MR システム [88] での応用例を示す。積み木遊びは子供の知覚や数学的能力に

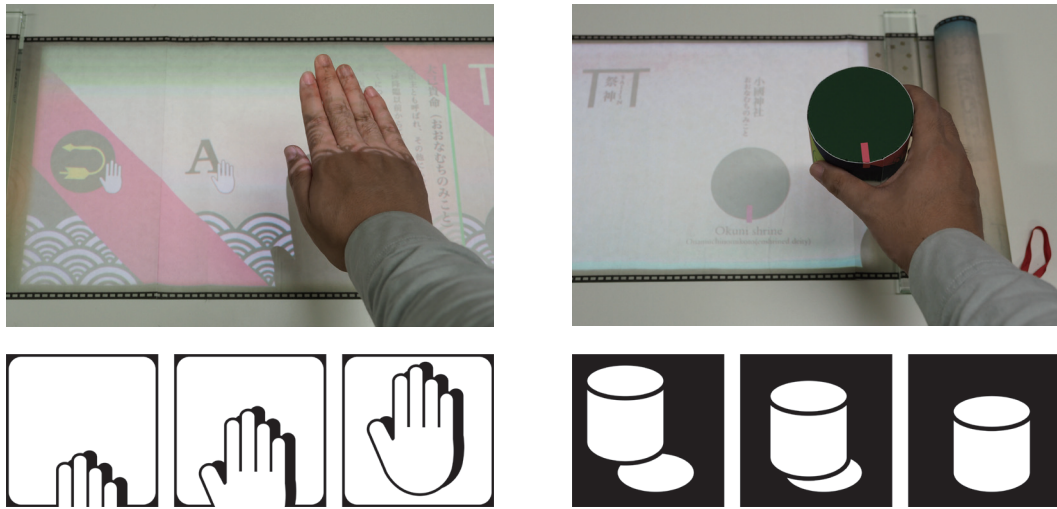


図 32 祭神の情報を伝える作品への活用例



図 33 手水の作法を伝える作品への活用例

において影響を及ぼすと考えられている。しかし、現代ではタブレット端末等の普及により、物理的な体験の薄いコンテンツに触れる機会が増えている。このシステムでは、本来の積み木の遊びにおける物理的体験を残した Mixed Reality コンテンツを提案する。本システムでは積み木の積みまれ方によって CG に変化を与えるため、深度データより得られた法線に基づく積まれた積み木の分類を行っている。

利用者は自由に積み木を積むことができ、利用者が制作した積み木の形に適した具体的なイメージがディスプレイ上に表示される。現状では家、木、橋が積み木の形に合わせて表示される。このシステムでは利用者が自身の想像力で自由に体験してほしいため、導入としてタイトルと説明を表示する画面に、一例として家の形を作る動画ピクトグラムのみを表示した (図 34)。このピクトグラムは外部オブジェクトを使った入力手法に該当し、積み木を中心とした構図で制作した。



図 34 積み木を使った体験型システムへの応用例

5.6.3 ピクトグラムの応用例 2

民話を HMD を使って体験するシステム [89] での応用例を示す。民話は当時の民衆の生活様式や思想、それぞれの風土を反映する重要な文化財である。しかし、語り手の高齢化、核家族化による世代間の交流機会の減少などによって、民話に接する機会は減少している。このシステムでは民話の世界観の再現によるマルチモーダル対話による一人称 VR 民話体験ができる。

『幽霊飴』を題材とし、飴屋の主人の視点で体験できる。話の進行の中でコントローラーを使い、「飴を売る」、「追いかける」、「地面を掘る」行動をする。「飴を売る」は外部オブジェクトを使った入力手法に該当し、「地面を掘る」は上腕と前腕を使った入力手法である。「追いかける」はこれまでの分類とは異なる行動であるが、5.3.3 の制作手手法を元に制作した。このシステムでは静止画のピクトグラムを制作し、体験する環境が夜のため、地を白、図を黒とした (図 35)。

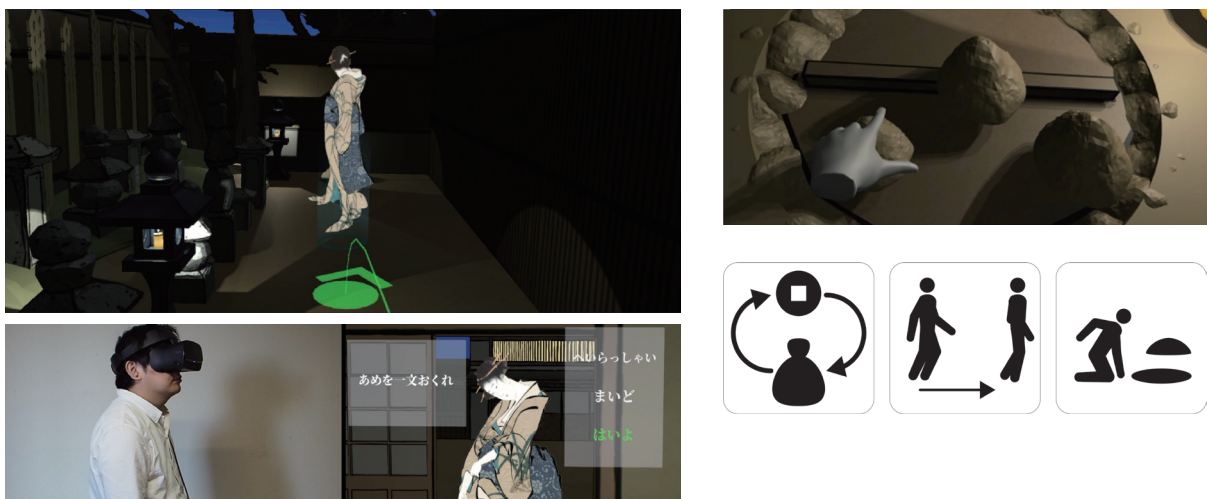


図 35 民話を体験するシステムへの応用例

5.7 まとめ

本稿では、体験型展示のためのピクトグラムを使ったジェスチャー入力伝達システムについて伝えることが可能な行動の分類を行うとともに、デザイン要件を明らかにしてピクトグラムの制作を行った。その結果、静止画、動画共に行動を伝えることができたが、動画ピクトグラムの正答率が高く、全ての行動を8割以上の利用者が理解できることが分かった。40代から70代の利用者にも行動は伝えることができたが、卓上で行う行動は行動をする場所が異なることがあり、卓上に対して行動することを伝える工夫が必要となる。

今後の課題としては、多様な言語や文化圏の利用者での行動伝達の効果を検証するとともに、博物館展示などに組み込んだときの影響や効果を検証していくことが考えられる。

6 章 風呂敷文化の伝達

6.1 研究の背景と目的

博物館で展示されている物や、無形文化遺産のように専門家が行うもの、特定の地域の行事などは、日常生活と切り離され、難しく感じたり、形式だけに注目されることが多い。文化的な価値観は日常生活に浸透している身近な生活習慣にも含まれており、これらは考え方や行動に広く影響していると考えられる。

日本において日常生活に浸透している伝統文化であり、現在も使われているものに風呂敷がある。風呂敷とは四角形の布のことで、物を包み持ち運んだり、収納したりすることができる。奈良時代に流通していたが、風呂敷と呼ばれるようになったのは、江戸時代に銭湯での入浴の際、入浴客が衣類を包んだり、衣類を着る際に床に敷いたりしたことからである。近年では風呂敷の用途が幅広いことから、エコバックとして活用するなど環境問題の面からも注目されている。また風呂敷は、色や生地、柄などの多様な組み合わせを表現することもできる。このように風呂敷には、物を大切に作る心や、四季折々の美意識などの価値観が含まれている。

本稿では、風呂敷の包み方に加え、行動に含まれる価値観を伝えることを目的とした拡張現実メディアを提案する。風呂敷による「包む」行為を画像認識技術と映像プロジェクションにより拡張し、包む工程によって変化する動く絵柄（金魚）を実現した。利用者が風呂敷の包み方を表示したピクトグラムに沿って、風呂敷を包んでいくと、金魚が反応することで、利用者の興味を惹きつけるとともに包む行動を意識させる。これにより物を包んで保護することや結び方や折り方を変えることで様々な物を包むことができることを利用者に知ってもらい、風呂敷の包む行動や物に関する価値観を思い起こさせる。

6.2 システムの要件

本システムで文化を体験的に伝えるための要件について述べる。本システムの文化体験とは、利用者が実際に風呂敷で物を包むことを体験しながら、包み方やその多様性を知り、包むことや物の価値観を感じるまでを指す。また利用者が自発的に興味を持って行動する必要がある。そのため次のような要件を設定する。

1) 実際の文化体験を活用する

風呂敷で物を包む行動のように、身近な伝統文化に関わる行動を活用することで意外性のある表現を実現する。これまでのPCやスマートフォンを利用したアプリやウェブサイトなどは、多くのコンテンツの発信に効果的であるが、ユーザーにとっては視聴覚的な情報の取得に限定される。本システムでは、行動を映像表示のための入力として利用することで、文化体験を拡張し、利用者が興味を持てるようにする。

2) システムが文化体験の妨害をしない

実際の文化体験を活用する際に、行動を妨害したり、対象を変更しないようにする。風呂敷の

ように物を扱う場合は、風呂敷の生地にセンサを組み込むなどの手を加えない。この点に注意することで利用者は本来の風呂敷で物を包む行動を自然に体験でき、表現に対して不快に思われることを軽減する。

3) 題材に適したデザインにする

実空間での体験型メディアであるため、卓上などの空間の特性や題材に適したデザインを取り入れる。また作品内に取り入れる題材は、色や形などの視覚的調和に加えて、その物の背景や使い方なども考慮に入れて選択する。これらは利用者の作品に対する受容性に影響する。

また実空間での表現であるため、素材の見え方や手触りも重要となる。ディスプレイ表示とは異なる見え方を追求することで従来メディアとの差別化になる。さらにインタラクションのための行動で、利用者が物に触れることもあるため、素材は触覚にも影響する。

4) 操作や行動をわかりやすく伝える

1) で述べたように身近な伝統文化に関わる行動を利用できると望ましい。またディスプレイ上でボタンを押したり、クリックするなど利用者が普段行っている行動は、操作経験があるためわかりやすいが、ユーザー体験としてはありきたりで興味を持ちにくいこともあり得る。そのため、新しい入力手段も効果的であると考えられるが、本研究では幅広い層を対象としているため、体験のための行動はわかりやすく、簡単にするように配慮する。また初めて利用した人でもわかるように行動の伝え方を工夫する。

6.3 コンテンツの構成

本作品では、文化的な歴史があり、現在も生活の中で使われていて、コミュニケーションの手段としても使われているものとして風呂敷を取り上げた。風呂敷には、季節ごとの色や柄などのファッション性や、地域の独自の染め物などの工芸的な側面もある。また普段のバッグなどの代わりとしても使われたり、贈り物をするときには格の高い包み方があるなど、TPOによって使い方が柔軟に変化する。

1) 実際の文化体験を活用するために、風呂敷による「包む」行為の過程で、画像認識技術と映像プロジェクションを活用することで、布の素材と映像が融合された視覚表現を実現した。素材に触れ、物を包む行動が風呂敷に投影された映像と関連するため、利用者は興味を持ちながら自発的に体験できることを目的とする。

2) システムが文化体験の妨害をしないように、風呂敷には認識のためのセンサなどは取り付けず、カメラを使い、風呂敷の色の面積や位置の変化によって映像を変化させるようにした。

3) 題材に適したデザインにするために、映像は季節を感じるもので、利用者の動きに反応させるため生き物が適切であると考え、金魚を選択した。金魚は日本ではお祭りの金魚すくいや俳句において夏の季語となっており、日本文化に関連している。映像は約780×1400(mm)の大きさで卓上に投影する。金魚は3種類がそれぞれ9匹から11匹ずつ卓上を泳いでいる。風呂敷で物を包

む工程によって異なる種類の金魚が風呂敷に集まり、風呂敷内に入ると風呂敷内に留まり泳ぐ（図36）。工程によって映像が変化することで、包むことを意識させながら興味を持ってもらうことを目的とした。最後まで包むと太鼓の音が鳴り、金魚は風呂敷から離れ、全ての種類の金魚が風呂敷の反対側で円状に泳ぐ（図37）。音は映像に合わせ、季節感を演出するために水が流れる音をプロジェクター内蔵スピーカーから常に流し、風呂敷の状態によって、蟬の鳴き声と風鈴の音を交互に再生した。



図36 風呂敷内に集まる金魚



図37 円状に泳ぐ金魚

システムで使う風呂敷は、独自の手触りで素材として魅力があり、映像がきれいに投影されることを考慮し、黄色いちりめん素材の風呂敷を選択した。投影面は、実空間の表現であることを生かし、胡粉と雲母を膠で練り、水に溶いたものを独自の肌合いがある和紙に塗り、映像投影用スクリーンとは異なる独自の投影面を作り出した。投影面は雲母がプロジェクターの光を反射し、きらきらした質感を持つ。雲母は光が反射しやすいように粒子の大きいものを使用した。

4) 操作，行動をわかりやすく伝えるために，包み方は簡単で広く使われている平包みを取り入れた。包み方を知らせる手段は，風呂敷の形状が包んでいくことで変化していくため，テキストよりも図を使った方がわかりやすい。折り紙の折り方も工程ごとに図で説明している。包み方もいくつかの工程があるため，段階的に複数のピクトグラムを表示した（図38）。

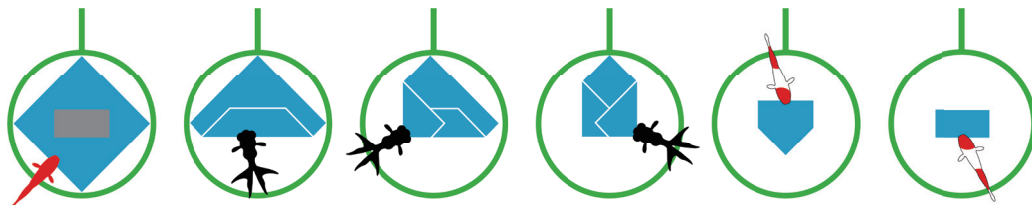


図38 ピクトグラムによる平包みの包み方

6.4 システム構成

作品は短焦点プロジェクター，カメラ，PCによって構成される。プロジェクターはEPSON社EB-710UTを卓上投影用金具（ELPMB29）で固定し，カメラはXbox One Kinectセンサーをラ

イトスタンドとブームユニットを用いて真上から撮影する（図 39）。システムは Unity で制作し、作品内の金魚は Boid アルゴリズム [90] をベースに制御され、カメラのカラー画像から検出された風呂敷の面積によって、FMS（状態遷移モデル）で泳ぐ範囲を変える（図 40）。

実空間の風呂敷の状態によって映像を変化させるため、システムをスタートする前に実空間と投影映像の座標を合わせるために、マーカーを卓上に投影し、キャリブレーションを行う。ピクトグラムが示す手本通りに風呂敷の包み方ができているかを風呂敷と包むオブジェクトの面積から判定する（図 41）。色の設定はカメラ映像を見ながら HSV それぞれの数値を設定し、対象とする風呂敷とオブジェクトの色を認識するようにする。風呂敷で包むオブジェクトは白いため、白い面積が大きければ包まれていない最初の段階であり、黄色い風呂敷の面積は包む工程が進むほど小さくなる。

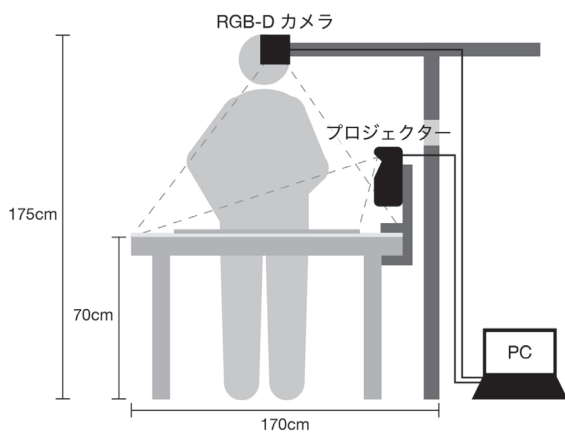


図 39 システム構成図

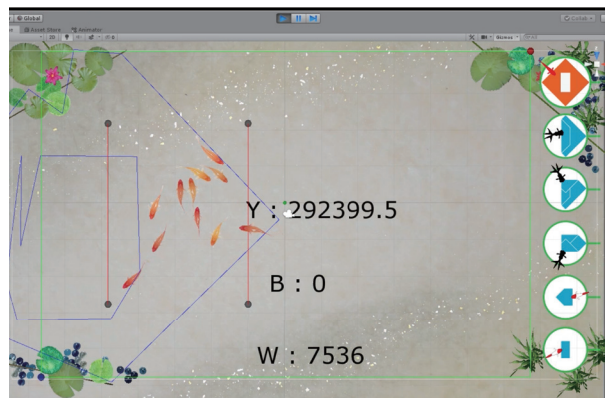


図 41 風呂敷の認識画面

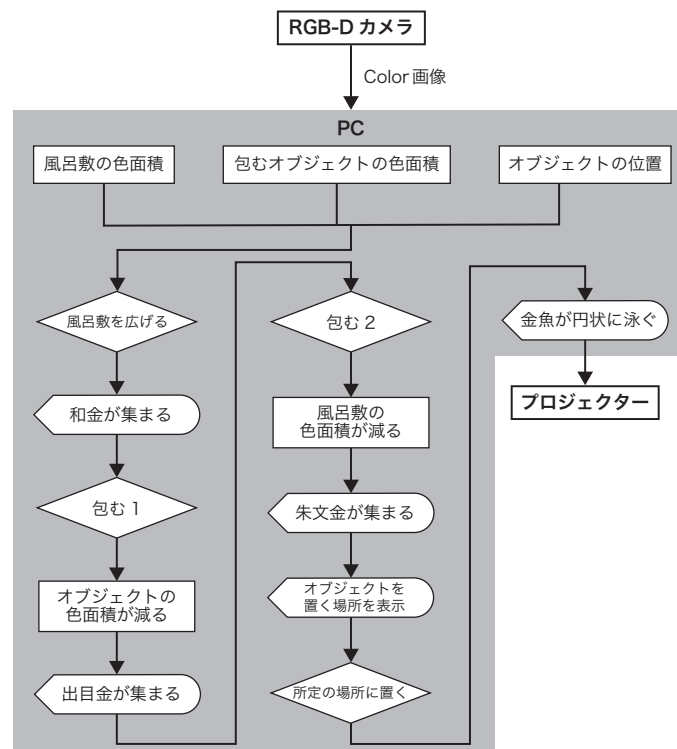


図 40 風呂敷の状態認識および投影システムのモジュール構成

6.5 評価 1

2019年8月8日から10日までBiViつくば(商業施設)のイベントスペースに作品を展示した。23人が来場し、10代以下から70代の14名の行動を観察し、アンケートに回答してもらった(表3)。またアンケートに答えなかった利用者の感想も記録した。

表3 評価1のアンケート

1	これまでに風呂敷を使ったことがありますか。 「はい」と答えた人はどのような用途で使いましたか。
2	作品内で指示された風呂敷の包み方を理解できましたか(図42)。 理由があれば記述をお願いします。
3	作品内の表現に興味を持ってましたか(図43)。 理由があれば記述をお願いします。
4	風呂敷を知人、友人に勧めたいと思いましたか。(0が思わない、10が思う) 理由があれば記述をお願いします。
5	風呂敷を使ってみたいと思いましたか(図44)。 理由があれば記述をお願いします。
6	物を包むことについてどのように感じましたか。

1) ピクトグラムの行動伝達効果

ピクトグラムにより利用者が風呂敷を包むことができるか確認した。ピクトグラムに気づかない利用者が2名、異なる包み方をした利用者が2名いた。気づかなかった人にピクトグラムの存在を伝えると2名とも正しく包むことができた。他10名は最初から正しく包むことができた。

また体験後のアンケートで「作品内で指示された風呂敷の包み方を理解できましたか。」(表3質問2)と質問し、包み方のわかりやすさをわかりにくいを1、わかりやすいを5とし、5段階評価してもらい、回答の理由も聞いた。結果は半数が5と評価した(図42)。回答の理由は、「端の方に(ピクトグラムが)書いてあるため。(10代男性)」、「布の端の処理と図の対応(60代女性)」などピクトグラムが効果的だった。無回答者は風呂敷を普段使っており、包み方を知っていたため、回答しなかった。

これまで風呂敷を使ったことがない人にもわかりやすく包み方を伝えられたか確認するために「これまでに風呂敷を使ったことがありますか。」(表3質問1)を聞いた。10名が「はい」、3名が「いいえ」と回答し、1名が無回答だった。風呂敷を使ったことがない人は、10代以下が2名、10代が1名、無回答が20代だったため、若年層は風呂敷を使わない傾向があると推測できる。この4名はピクトグラムを見ながら問題なく風呂敷を包み、またわかりやすさの評価でも1名が4、3名が5と評価したため、風呂敷を使ったことがない人でもわかりやすく風呂敷の使い方を伝えることができた。

2) 作品の効果

ユーザーに対する視覚表現の効果が適当であったか、期待する反応であったか確認するために「作品内の表現に興味を持ってましたか。」(表3質問3)について5段階評価してもらい、理由も聞

いた。結果は5が半数以上を占めた(図43)。理由は「涼しげでかわいい。(10代以下男児)」、「今までにないので新しいと思いました。(10代男性)」、「Beautiful scene of Japanese pond. (30代女性)」、「金魚の動きがあったので。(60代女性)」などが挙げられ表現として適切だった。

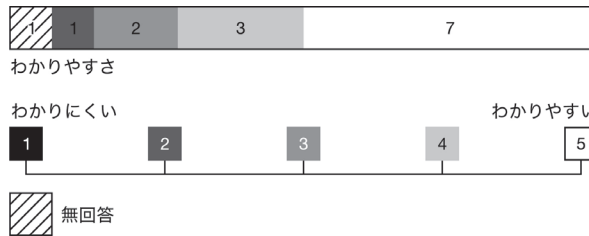


図 42 包み方のわかりやすさ

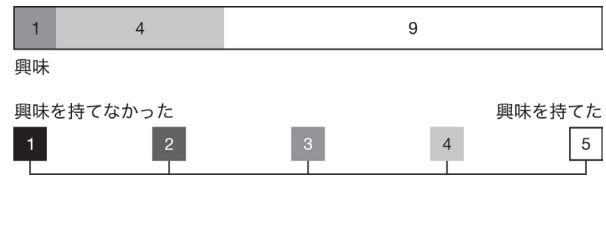


図 43 作品への興味

3) 風呂敷文化の伝達効果

風呂敷の理解がどのように深まったか、日本の「包む」文化や、風呂敷の多様性、利便性などに関する理解が深まったか確認するために表3の4, 5, 6の質問をした。

まず質問4で計測するNPS(Net Promoter Score)とは主に企業やブランドに対してどれくらい愛着や信頼があるか数値化するものである。質問は対象となるものを勧めたいか質問する。今回の評価では「風呂敷を知人、友人に勧めたいと思いましたが。」という質問を0から10までの11段階で回答してもらい、9点と10点を付けた推奨者の割合(%)から0から6点を付けた批判者の割合(%)を引いて値を計算した。本来は製品やサービスに使われる手法であるが、勧めたいと思うことは利用者が作品体験を通じて風呂敷の良さを感じ取ったと考えられ、文化の伝達としては重要である。結果は7.2となり、プラスになった。今回の評価では人数が少なく、誤差もあると考えられる。例えばアンケートの回答者が一人増えて、その回答者が批判者に該当する点数をつけるとNPSは0になる。しかしNPSは一般的にマイナスの値になることがほとんどである[91]。そのため相対的には良い数値と考えられる。

回答の理由は「日本文化を大切にしたい。(10代男性)」、「他にない日本の文化の一つだと思います。(70代女性)」などが挙げられた。また批判者に分類される1名の評価理由が、「年齢的に友人は持参して買い物をしている。(60代女性)」であるため、批判的な意見があるわけではなく、風呂敷を友人、知人に勧める必要がないことがわかった。

また「風呂敷を使ってみてみたいと思いませんか。」の5段階評価とその理由を聞いた(図44)。結果は5と評価した人が半数以上を占めた。無回答の利用者はわかりやすさの質問同様、日常で既に使っているために無回答となった。回答理由は「便利。(40代男性)」、「使えた方が便利だと思うから。(10代男性)」、「色々な場面で使いたいです。(60代女性)」などだった。

物を包むことについては「物を包むということについてどのように感じましたか。」という質問をした。「風情を感じる。(10代以下男児の保護者)」、「日本らしい。(40代男性)」、「折り紙が好きなので近いものを感じました。(10代男性)」、「包み方を意識した。(60代女性)」、「ものをおとさないようにきをつけないと(10代以下男児)」、「とてもすてき!(70代以上女性)」、「If we

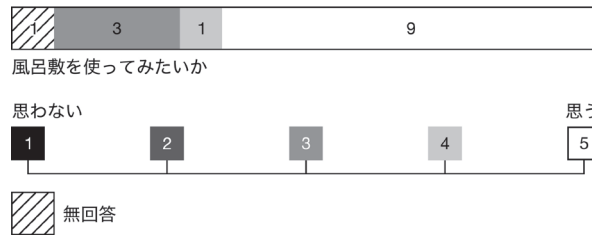


図 44 風呂敷を使ってみたいか

can use this cloth instead of paper to wrap things or present, it will help to decrease garbage & save the world. (30代女性)」、「いい文化だと思う。(60代女性)」など行動から各々良さを感じることができた。

最後に感想を聞いた。「いい文化だと思うので他の人に、他の国の人に興味を持ってもらいたいと思う。平面の物が立体になじんですてきに使えるから。(60代女性)」、「涼しく感じて楽しかったです。(30代女性)」、「他の折り方もできるともっと面白いと思いました。(10代男性)」などであとは作品に対する感謝や激励に関連する記述が見られた。興味の理由でも「涼しげでかわいい」という記述があり、またアンケートに記述しなかった来場者も「涼しげで良い。(男性)」、「タイムリーで良い。(女性)」などのコメントがあり、夏を意識し、水や風鈴など涼しさを感じる要素を取り入れたことが、好意的に受け入れられた。

4) 風呂敷の利用経験と評価結果

風呂敷の使用経験で作品の効果に影響があるのか確認するために、表4に使用経験の有無で回答を比較した結果を示す。比較対象として、使用経験で「はい」と回答した10名の利用者の中で、次に質問した「どのような用途で使いましたか。」の回答で「手土産(いろいろな形の物),手さげ」と2つの用途を回答した1名(A)と「服を包む,スカーフ代わり,重箱を包む」、「重箱,ワイン,洋服」と3つの用途を回答した2名(B,C)は、普段から風呂敷をよく使っていると考えられる。この3名の回答と風呂敷を使ったことがないと回答した3名(D, E, F)の回答を比較した。

表 4 風呂敷の使用経験と評価結果の比較

風呂敷を使ったことがある3名	A		B		C	
	わかりやすさ	5 (使ったことがあるので)	わかりやすさ	無回答 (知っていたため)	わかりやすさ	4
興味	4 (金魚の動きがあったので)	興味	5	興味	5	
勧めたい	10 (とても便利なので)	勧めたい	3	勧めたい	10 (他にない日本の文化の一つ)	
使ってみたい	5 (色々な場面で使いたい)	使ってみたい	無回答 (使っているため)	使ってみたい	5	
風呂敷を使ったことがない3名	D		E		F	
	わかりやすさ	5 (ピクトグラムがあるため)	わかりやすさ	5	わかりやすさ	5
興味	4 (今までにないので新しい)	興味	5	興味	5 (涼しげでかわいい)	
勧めたい	10 (日本文化を大切にしたい)	勧めたい	10	勧めたい	5	
使ってみたい	5 (使えた方が便利)	使ってみたい	5	使ってみたい	3	

風呂敷の使用経験の有無で、結果の差はあまり見られなかった。風呂敷の包み方については、

経験者は見なくてもわかるという意見があり、使用経験がない人でもわかりやすいという結果であった。また両者とも作品内の表現に興味を持つことができた。表3 質問6の「物を包むということについてどのように感じましたか。」という質問の回答においても、風呂敷を使ったことがない人でも包むことが面倒などネガティブな回答はなかった。

5) 観察から推測できる行動誘発の効果

ほとんどの利用者が風呂敷を最後まで包んだ後も再度風呂敷を広げ、金魚の反応を確かめながら再び包む行動をした。そのためこのシステムは、風呂敷で物を包む行為を誘発する効果があると考えられる。

6.6 包み方の追加とシステムの改善

評価1からわかった次の2点を解決するために改善を行った。

- 1)14名中12名はピクトグラムを見ながら風呂敷の包み方を理解できたが、利用者全員が理解できたわけではなかった。わかりやすさの評価でも1名が2、2名が3と評価した。
- 2)風呂敷は多様な包み方があるのが特徴であるが、現状のシステムでは一つの包み方しか体験できず、利用者からもいろいろな包み方が体験できたらいいという意見もあった。

まず1)については、図38の左から2番目のピクトグラムは、風呂敷の端を手前から奥に持っていき、包むオブジェクトの下に入れる工程であるが、オブジェクトの上面に沿って折るように見えるという意見があった。そのため矢印を追加して改善した(図45)。

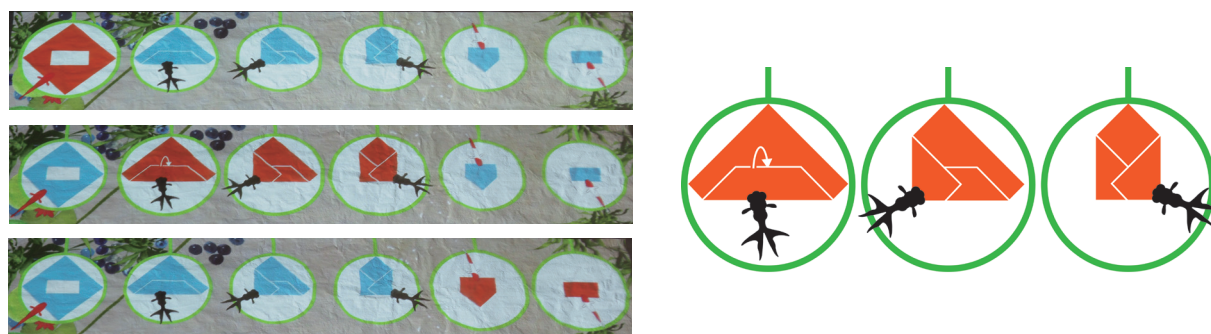


図45 改善した平包みの包み方と矢印を追加した工程の拡大図

2)の風呂敷の包み方については、巻き包みを追加した。巻き包みでは青色の風呂敷を利用して、それぞれの風呂敷を卓上に広げるだけでピクトグラムや金魚などの表示が切り替わるようにした。実装方法としては、風呂敷の黄色と青色をHSVで設定して色の範囲を常にチェックする。そして設定した色の面積が多い方のピクトグラムや金魚の種類を表示する。

巻き包みは平包みよりも複雑な包み方であるため、わかりやすくするために4段階の工程による動画ピクトグラムを表示した(図46)。動画ピクトグラムとは、それぞれの工程ごとに、2から6コマの絵から構成され、0.25秒で切り替えてループ再生される。

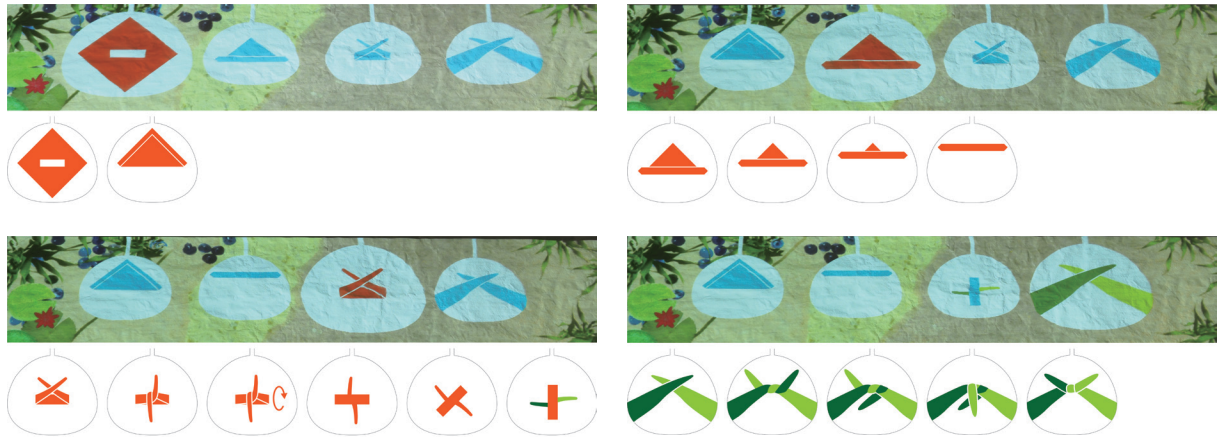


図 46 アニメーションを使った巻き包みの包み方

他に 2 種類の包み方に共通する変更点として、利用者が次に行うべき工程をオレンジ色で大きく表示した。巻き包み最後の工程は風呂敷の両端を持って結ぶため、右と左の風呂敷の端を区別するため、それぞれ異なる緑色で表示した。

金魚はこれまで 3D モデルの頂点を直接動かし、モデルの形を変形させることで泳いでいるような動きを作り出していたが、一部の金魚をモデルにボーンを割り当てたアニメーションに変更した。このアニメーションにより、実際の魚の動きに近づいた。金魚の表示方法も利用者が風呂敷でオブジェクトを包む工程で映像の変化がわかるようにするために、金魚は工程ごとに徐々に出現するようにした。最初は少なく、完成間近になると多くなる（図 47）。黄色い風呂敷でオブジェクトを包むときもこの表示方法に変更した（図 48）。

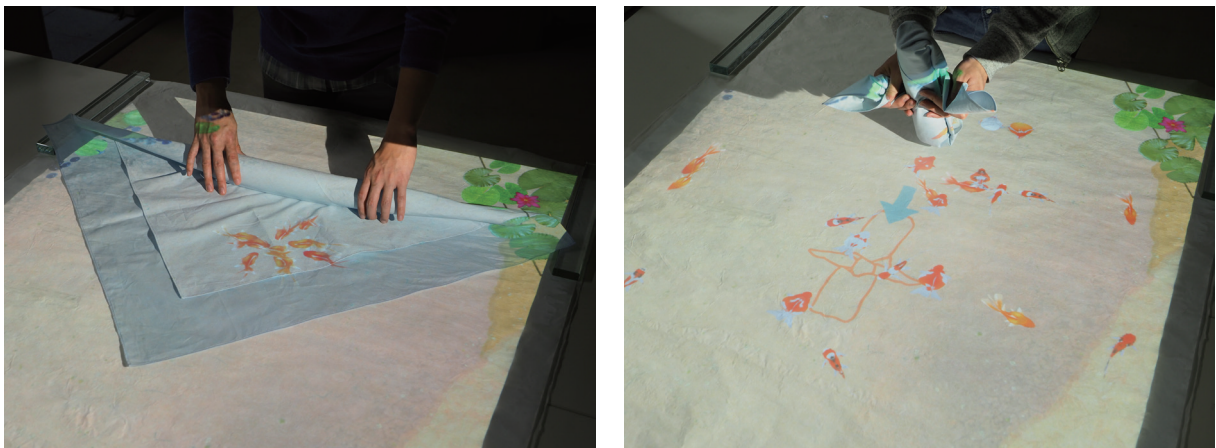


図 47 工程が進むと金魚が増える

黄色い風呂敷は夏の太陽や暑い日差しをイメージし、この風呂敷を広げているときは、映像内の世界は晴れ、蝉や風鈴の音が聞こえるが、日本の夏は雨が多いのも特徴である。そのため、青い風呂敷は雨や水を意味し、この風呂敷を広げると投影映像に雨が降り出し、金魚の泳ぐ水面に雨による波紋が起こる。天候の変化とともに環境音も変化し、雨の音や蛙の鳴き声が再生される。

また、風呂敷の状態を風呂敷の面積から認識するとき、工程の終盤は面積の変化が小さく、認

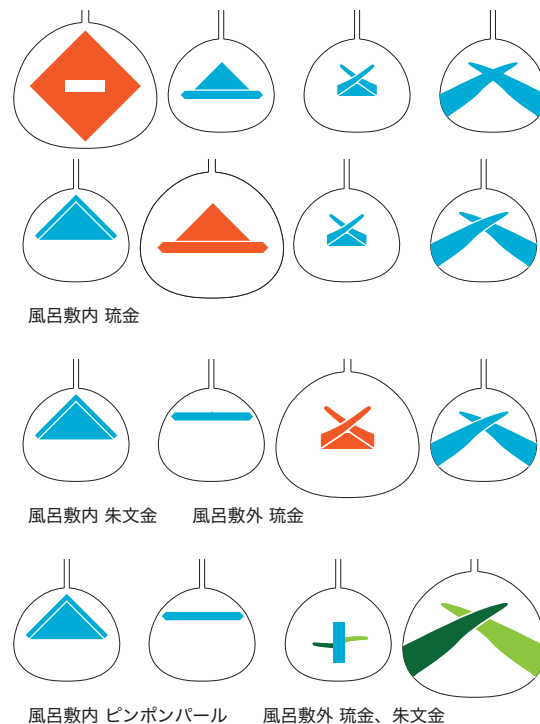
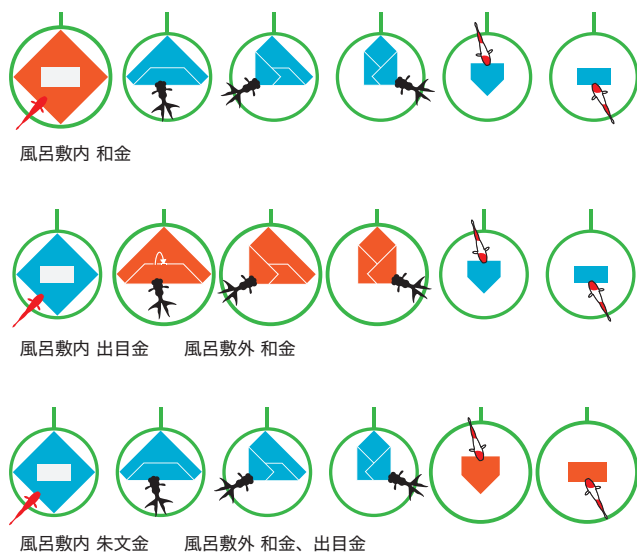


図 48 工程によって現れる金魚と金魚の泳ぐ場所

識の精度が落ちるため、包み終えた状態を認識するとき、特定の場所に置くことで認識するようにした。オブジェクトを置くことを誘導する絵（図 47 右）を画面中央に表示し、そこに包み終えたオブジェクトを置くと完成した状態の金魚の動きに移行する。そのため、絵の中央に映像上では非表示にする線を設置し、オブジェクトが線の上に置かれると認識するようにシステムを改善した。包み終えたときに表示する映像は、黄色い風呂敷は上面に広いスペースがあるため、金魚が円状に泳ぐことに加え、平面的な静止した金魚の柄を投影するようにした（図 49）。



図 49 風呂敷に投影する柄

6.7 評価 2

改善したシステムの効果を調べるため、2020年4月25日から29日にかけて20代から30代の8名(男性5名,女性3名)に作品を体験してもらい、アンケートに回答してもらった。アンケートは商業施設のイベントスペースで使用したものを改善した(表5)。

表5 評価2のアンケート

1	これまでにどのくらいの頻度で風呂敷を使ったことがありますか。 風呂敷を使う人はどのような用途で使いましたか。
2	作品内で指示された風呂敷の包み方を理解できましたか(図50)。 理由があれば記述をお願いします。
3	包む行動に反応する映像表現についてどのように感じましたか。
4	和紙に投影した映像と映像投影用スクリーンに投影した映像を比較して、感想をお書きください。
5	金魚の映像があるシステムとないシステムを比較して、感想をお書きください。
6	作品を体験したときの状態に近いものにそれぞれマークしてください(図51)。
7	風呂敷と同じ役割として物を箱に入れる、袋に入れるなどが考えられますが、風呂敷で物を包むことについてどのように考えますか。
8	包むことは日本文化の価値観に関連していると思いませんか。 回答の理由の記述をお願いします。

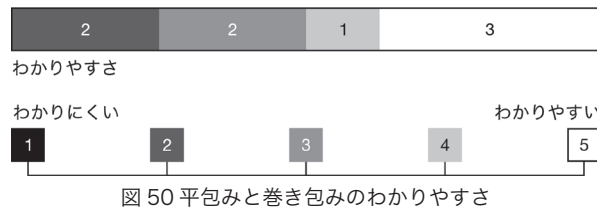
1) ピクトグラムの行動伝達効果

商業施設のイベントスペースでの評価では、「これまでに風呂敷を使ったことがありますか。」という質問で、回答は「はい」と「いいえ」の二択だったが、利用者は一度でも風呂敷を使ったことがあると「はい」と回答したと考えられる。この質問では「はい」と回答した利用者の風呂敷の経験値が幅広くなるため、質問を「これまでにどのくらいの頻度で風呂敷を使ったことがありますか。」(表5 質問1)とし、回答を「ほとんど毎日」、「週に一度」、「月に一度」、「ほとんど使わない」、「使ったことがない」の5択とした。この回答で、風呂敷をあまり使ったことがない人でも包み方がわかったかを確認する。また、他の質問において、ほとんど使わない人や使ったことがない人は、これまでの風呂敷の使用経験や知識が回答に影響されず、純粋にシステムの体験からの回答が得られると考えられる。今回のシステムの体験者の風呂敷の使用経験は「ほとんど使わない」が3名、「使ったことがない」が5名だった。

「作品内で指示された風呂敷の包み方を理解できましたか。」(表5 質問2)という質問をわかりにくいを1、わかりやすいを5とし、5段階評価してもらい、回答の理由も聞いた。結果は図50のようになり評価が分散した。5と評価した人は「複雑な工程もアニメーションで示してくれて、つまずくところがなかった。(20代男性)」、「画面に包み方があるので分かりやすい。(20代女性)」と評価の理由を回答している。一方で2と3の評価をした人は「青い方の結ぶ作業がよくわからなかった。(20代男性)」、「箱はわかりやすかったけど、円筒の最後、ひねるところが難しかった。(20代男性)」など図46の左下の巻き包みの風呂敷の両端をオブジェクトの中央で交差させ、オブジェ

クトに沿って巻くところがわかりにくいと回答した。改善方法としては、例えば風呂敷の両端をオブジェクトの中央で交差させることと、オブジェクトに沿って巻くことを別の工程にしてピクトグラムを表示を分割したり、1コマあたりの表示時間を長くし、利用者がゆっくり見ることができるようになることなどが考えられる。

平包みや巻き包みの他の工程は全員が問題なくできる様子が見られ、ピクトグラムの改善が効果的だったと考えられる。



2) 作品の効果

インタラクティブな映像の効果を確認するために、「包む行動に反応する映像表現についてどのように感じましたか。」(表3 質問3)と質問した。回答は「包んでいく段階が変わっていくごとに金魚の種類が変わるのは面白かった。(20代男性)」、「驚きと楽しさがありました。(30代女性)」、「上にあった説明や、それに合わせて映像が変化することは、作業の進行をわかりやすく示しているし、映像としても面白いと感じた。(20代男性)」、「楽しい。若い人たちはやらないと思うので楽しみながらできて良いと思います。(30代女性)」など5名の回答に楽しさや面白さに関する記述があった。5名の内1名は環境音についても「風鈴や水の音も良かった。(20代男性)」と回答した。他は「物の認識が速い(20代女性)」、「普通に包むよりは癒し的なものを感じた。(20代男性)」という回答だった。また「手元と包むアニメーションばかりに注目してしまい、あまり視界に入らず印象が薄かった。(20代男性)」という意見もあった。

和紙に投影した映像の効果を確認するために、利用者にシステム体験後、卓上に映像投影用スクリーンを広げ、システムを再生し、金魚が泳ぐ様子を見せ、和紙に投影した映像と比較して感想を聞くために「和紙に投影した映像と映像投影用スクリーンに投影した映像を比較して、感想をお書きください。」(表5 質問4)と質問した。回答は和紙の方が「味が出ている(20代男性)」、「質感があって良い(30代女性)」、「質感がある方(和紙)がリアルな生物らしさを感じて好きでした。(30代女性)」、「水の反射などがリアルに感じられて好みだった。(20代男性)」、「日本文化の世界観がよりあった。(20代男性)」などの回答があり、7名が和紙にプラスの評価をした。1名は「大体は同じだと思います。(20代女性)」という回答だった。スクリーンに関しては、「スクリーンの方が映像が鮮明に映っていたが、和紙の方が作品の雰囲気 matches していたと思う。自分は和紙の方が好印象だった。(20代男性)」、「スクリーンの方が明るく、はっきりしているが、コントラストが強すぎて、少し浮いてしまうと思います。和紙の方が馴染んでいた。(20代男性)」などの回答があり、悪くない印象であったが、和紙と比較すると和紙の方が魅力を感じる結果になった。

また同様にシステム体験後に金魚の映像がなく、包み方のピクトグラムだけが機能するシステムを見せ、比較してもらい感想を聞くために、「金魚の映像があるシステムとないシステムを比較して、感想をお書きください。」(表5 質問5)と質問した。回答は「金魚や音の変化があることで、楽しく包み方を覚えられると思う。(20代男性)」、「金魚のある方は、金魚の泳ぎ、種類、周囲の音の変化を楽しめた。(20代男性)」、「金魚はいた方が良い！ないと面白くないです。(30代女性)」、「金魚のあるシステムの方が楽しいです。包む行動によって金魚の種類も変わったりして、面白いです。(20代女性)」など楽しさや面白さから金魚がある方のシステムを8名全員が評価した。また「金魚が出てくるシステムは面白いし、もっと次の工程を見たくなくなってワクワクしました。(30代女性)」や「完成した時の音もやりとげた！出来た！という達成感があった。(30代女性)」などから文化体験への意欲や達成感に影響する回答も見られた。金魚がない方は「ただ風呂敷の包み方を習っているような気分だった。(20代男性)」、「画面が寂しいように感じた。(20代男性)」などの回答だった。

また興味や楽しさを客観的に確認するために、感情的な反応を測定するSAM(Self-Assessment Manikin) [92]を改良したREM(Revised Emotion Measurement) [93]を活用した。この評価手法はPleasure, Arousal, Dominanceそれぞれの感情の度合いを表すイラストが5つずつあり、その下の9つのマークする箇所に被験者がマークするものである(図51)。システム体験後に利用者に「作品を体験したときの状態に近いものにそれぞれマークしてください。」(表5 質問6)と指示した。今回は喜びと興奮の度合いを測定するためにPleasure, Arousal(図51の上段と中段)の2軸を使った。Pleasure, Arousalの度合いが高い左端を9点、右端を1点とした利用者ごと(A~H)のスコアを表6に示す。平均値はPleasureが8.125, Arousalが6.500と両方とも高い数値になった。標準偏差はPleasureが0.927, Arousalが1.658だった。

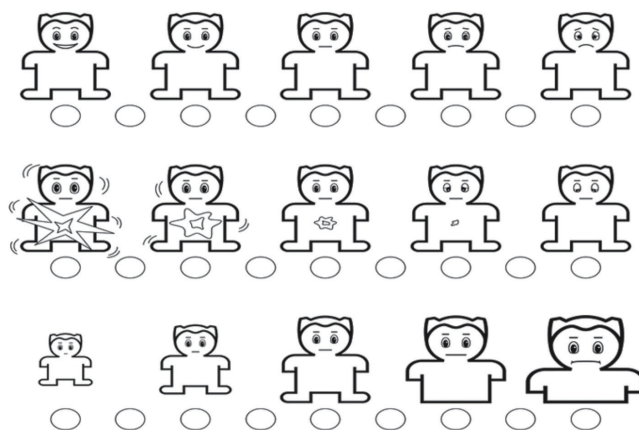


図 51 REM で使うイラスト [93]

表 6 質問 6 の回答結果

	A	B	C	D	E	F	G	H	平均	標準偏差
Pleasure	8	7	7	9	9	9	7	9	8.125	0.927
Arousal	5	5	7	9	5	7	5	9	6.500	1.658

3) 文化の伝達効果

実際に風呂敷で物を包む文化体験の効果を確認するため、「風呂敷と同じ役割として物を箱に入れる、袋に入れることなどが考えられますが、風呂敷で物を包むことについてどのように考えますか。」(表5 質問7)という質問をした。回答は「袋よりも持ち運びや、仕舞う物への柔軟性が高いと思うし、日本らしくて風情がある。(20代男性)」、「包む外観にまでこだわりがあるように感じ、自分の持ち物に愛着がある人だろうなと思う。(20代男性)」、「エコだなと思いました。また、ビニール袋よりも手触りがよく、受け取った側にも喜ばれそうだなと感じました。(30代女性)」、「すてきです！(30代女性)」、「風呂敷だと物の形に合わせて丁寧に包めます。(20代女性)」、「風呂敷を使ったのは初めてであったが、「和」や「日本の伝統」といったものを感じる。(20代男性)」など7名に風呂敷の特性や魅力、物への価値観を伝えることができた。他の回答は「弁当は風呂敷で包むものという謎の先入観はある。(20代男性)」という自身の風呂敷に対する感覚の回答があった。

次に「包むことは日本文化の価値観に関連していると思いましたか。」(表5 質問8)という質問と回答理由を聞いた。思うと回答した人が6名、思わないと回答した人が2名だった。「思う」理由は「風呂敷で包んだことによって何か特別持ちやすくなるとか急激に利便性が上がるわけでもないが、そういう細やかさ？ 慎ましき？ みたいなのは日本文化なのかなと思う。(20代男性)」、「物を大切に、一つ一つの動作を丁寧に、といった慎ましきさを感じ、その点が日本文化に合っていると思う。(20代男性)」、「モノを大切に扱う習慣は私達にとって日常的に感じていることなので包むという価値観はとても日本らしいと思っています。(30代女性)」、「袋とかに入れるだけより温かみがある。(30代女性)」、「シンプルで便利。風呂敷というと着物も頭に浮かびます。(20代女性)」などの回答があり、文化的行動や物についての価値を感じさせることができた。「思わない」理由は「包む行為自体は他の国でもやっていそうな気がするため。(20代男性)」、「風呂敷という物自体には、日本文化を感じるが、包むこと自体に日本文化の価値観は感じないと思ったため。(20代男性)」という回答があり、包む行動だけにフォーカスしている意見だった。

6.8 考察

1) 感想から分かったこと

アンケートの最後に感想を聞いた。主に「システムを体験してみて、今まで使ったことのないフロシキの包み方を知ることができたのは面白かった。他の形状の物体(球体や楕円など)はどう包むのか興味が湧いた。フロシキ独自のザラついた手触りは新鮮だった。(20代男性)」、「もっと色々な(風呂敷の)包み方と金魚(の種類)があったらより楽しそうと思いました。(30代女性)」など文化について知りたい意欲が確認できた。他には「ヒグラシの鳴き声が好きなので、鳴き声にバリエーションが欲しいです。(20代男性)」、「(映像を)夜にしたバージョンなんかも見てみたかった。(20代男性)」などコンテンツとしてさらに充実させる要望があった。

2) 体験場面の観察から考えられる改善案

システムの体験場面の観察でわかったことは、最初に風呂敷を広げるときに、風呂敷が全て卓上に広がるようにする人と、包みやすいように手前の方に置く人がいた。手前に置くと風呂敷の一部が机の側面にかかり、側面の部分は色として認識されないため、面積に差が生じる。そのような差も想定し、映像が切り替わる面積の範囲は指定したが、最初に置く位置を誘導する四角い枠などを表示すれば、工程ごとの面積は比較的安定し、操作もわかりやすくなると考えられる。

青い風呂敷で行う巻き包みは、終盤になると工程による面積の差が平包みほどないため、映像がスムーズに切り替わらないときがあった。さらに風呂敷の端を持ってオブジェクトに沿わせ巻いたり、結んだりすることから皺ができ、影になるところは設定した風呂敷の青い色の範囲から外れることもあった。また展示環境の光量が色の認識に影響するため、今後は光の影響を受けない赤外線画像や画像からの機械学習などの手法を併用して、精度を高めていくことが課題となる。

6.9 まとめ

本稿では、風呂敷でオブジェクトを包む行動によって風呂敷に投影された金魚の映像が変化するシステムを制作した。あまり風呂敷を使わない人、使ったことがない人も興味を持って体験することができた。また単に興味を持ってもらうだけでなく、文化に価値を感じてもらう効果を確認できた。感想の記述でも見られたが、異なる形のオブジェクトの包み方と金魚の映像を追加したり、風呂敷の大きさのバリエーションがあれば、より風呂敷の多様性を体験させることができ、さらに一枚の布だけで様々な物を包む簡素な美意識などを伝えることにもつながると考えられる。

7 章 和食文化の伝達

7.1 研究の背景と目的

和食は 2013 年にユネスコ無形文化遺産に登録され、多様で新鮮な食材とその持ち味の尊重、健康的な食生活を支える栄養バランス、自然の美しさや季節の移ろいの表現、正月などの年中行事との密接な関わりの 4 つの特徴が自然の尊重という日本人の精神を体現した食に関する社会的習慣として評価された [53]。しかし、料理から分かる味、食材と食器、盛り付けなどから、和食が内包する精神性や文化的な特徴を読み取ることは簡単ではない。食事の過程で本を読んだり、タブレット PC などで情報を見ながら食べることも考えられるが、食事を邪魔してしまうという難点がある。また食生活の変化で和食を食べる機会も減っており [94]、それだけ和食文化を知る機会も減っている。

本稿では、ユーザーの食事の進行を認識して、テーブル上に提示する内容を制御することで、和食文化の理解を体験的に深めることができるテーブル型拡張現実システムを提案する。本システムでは、食事の進行と自動的に連動することで、卓上に投影されている自然環境の季節を進めたり、食べている料理のメニューや、食材の説明、文化的背景などをテキストで表示する。プロの料理人と共同で料理の作成やシステムの改善を行い、体験の前後の比較により、和食を支えている自然環境や文化との繋がりを伝えることが可能であることを明らかにする。

7.2 食に関する従来研究

7.2.1 食に関するイベントやワークショップ

食文化に関連したイベントや取り組みでは、地域の活性化や食育のため、田んぼアート [95] が各地で行われ、主に観光に役立っている。食文化を伝える試みでは、文化庁と都道府県の共催のイベント [96] や様々な施設や会議でシンポジウムや講座を行なっている [97][98][99]。また食を題材として、調理器具や調理法の展示に加えて、レストランでの食事体験を提供している博物館もある [100][101][102][103]。

Bertran らは世界の遊び心のある伝統的な食習慣のワークショップを行い [104]、食を通して参加者の社会的なつながりが促進されることを確認した。また社会問題を考慮に入れたものとして、健康的で持続可能な人間と食品の関係や [105]、DIY などの低コストな技術によるスマートな食生活についてのワークショップも開催されている [106]。

本研究でも同様に、食について関心を持って貰うことを目指しているが、実際の食事体験と連動して、食と自然環境、伝統行事、生産者などの環境や社会との関わりを統合的に伝えることを重視している。

7.2.2 食に関する知識を伝えるアプリやウェブサイト

食文化を伝える試みとしては、食に関するワークショップ [100][101][102][103] や個人や飲食

店などの web ページでも様々な試みが行われている。しかし一方で Laufer らによる wikipedia の分析では、同じ食文化をとりあげていても書く人によって説明が異なるなど、誤解なく異国の食文化を知ることは簡単ではないとも言われている [107]。

食に関する知識を日常生活に役立たせるものとしては、Food Log[108] はカロリー管理のためにスマートフォンで撮影した料理の画像から、食事やカロリーの記録をすることができる。健康増進アシストサービス [109] は食事と運動の両面から健康をサポートするアプリで、スマートフォンのカメラから撮影した食事のカロリー計算と GPS からの移動による消費カロリーの計測などができる。ぱらぼぺった [110] は料理の写真を撮影することをゲームに取り入れ、撮影を通じてゲーム内で料理を作ったり、キャラクターを成長させることができる。また撮影した料理の写真で食事カレンダーを作ることができる。このカレンダーは健康管理やダイエットに役立てることができる。

レシピや献立を提供しているものとしては、ユーザー参加型のウェブサイト [111] や、レシピの閲覧履歴に基づいてレシピを推薦するシステム [112] などがある。また料理の調理過程をナビゲートしてくれるシステムや [113]、レシピ本のデータの蓄積から料理の質問に答えるシステムも開発されている [114]。

地域との関わりを重視したものとしては、Tastebook[115] は料理や野生の食べ物に興味のある人がメニューを作成し、地元の食材を見つけ、レシピを作り、地域の地元の食文化を理解できるシステムである。Local Foodie[116] はフィンランドの観光客が、地元の食べ物を消費することを奨励するための拡張現実 (AR) アプリケーションである。VR を活用したものでは、バーチャルフードコードが税金や栄養表示などの要因が食品の選択に及ぼす影響を調査するために制作された [117]。

このように食に関する知識を与えることは重要であるが、本研究では五感を利用した食の体験と合わせて知識を提供することで、食文化により関心を持って貰い、理解を深めることを目指している。

7.2.3 食事を利用した体験型システム

実際の食事体験を利用した VR システムとしては、HMD と嗅覚提示装置を使い、食べ物の外観と匂いを変化させることで、同じものを食べても異なる味を感じさせる装置 [118] が制作されている。また、食はコミュニケーションを活性化する役割があるため [119][120]、食事にあまり会話をしない人を検出して、ダイニングテーブルにニュース表示することで会話を始めることを助けている [121]。Keep Up With Me[122] では対面での食事相手の料理の重量を測定して、皿を自動的に上下させることで、食事の進行を合わせるシステムを実現している。Henze らはレーザーカッターを使用して、パン、果物、野菜、ソーセージなどに原産地情報や食べ方など食品に関する情報を追加した [123]。

レストランの食事環境でプロジェクションマッピングを利用したものとしては、テーブルや皿などにアニメーションや色彩エフェクトを投影することで、待ち時間のエンタテインメント性を高めたり、雰囲気演出することが行われている [124][125]。

7.2.4 本研究の特徴

このように食に関するさまざまな取り組みがあるが、実際の食事を活用するものとしては、展示を鑑賞したりワークショップに参加した後に、食事をするものが多い。食文化を伝えるためには、実際の食事を活用し、利用者が料理を食べているときに、食べた料理に関する情報を伝えた方が興味を持ちやすいと考えられる。また一方的に情報を提示するのではなく、利用者の食事の進行や、提示された情報を見るペースに合わせることも必要である。

7.3 日本文化と食

日本には四季が明確にあり、和食にもその季節でしか味わうことができない旬の食材を取り入れることが多い。季節感は食材だけでなく、食器やあしらい、しつらいでも表現することができる。「あしらい」とは料理を引き立てる目的で添える野菜や花のことである。「しつらい」とは調度類を置いて室内を装飾することである。

食器の選択や盛り付け、食事環境の演出には、わびさびの美意識が反映されている。わびは俳諧や茶道の精神で、置かれている状況から、静かで質素なおもむきを感じとる精神的な豊さを意味する [126]。さびは寂しさが語源であり、簡素なものや古さが持つ美しさを意味する。このような美意識に基づいた演出は、料亭や自宅で客人をおもてなすときに行われ、客人はもてなす側の気持ちを、料理だけでなく、盛り付け、食器、あしらいなどから感じ取る。このように互いを思いやる心が和食の精神である。

現代では保存や生産技術の発展により、年間を通じてほとんどの食材を食べることができ、食糧危機なども起こりにくいと考えられる。しかし季節感のある食事は意識され、伝統的な祭りや行事と関連した食事、習慣として続いている。例えば正月のおせちや、大晦日のそばは、現在でも続いている食習慣である。

7.4 和食体験システムの構成

7.4.1 システムの要件

7.1でも述べたように、本研究では和食を支えている自然環境や文化との繋がりを知り、和食の価値を再認識させるために、次のようなシステムの要件を設定する。

1) 食事を意識させる

食事は日常的に行う行動であり、無意識的に行われる習慣になってしまっているため、普段の食事の過程で、文化的な背景まで考えることはあまりない。そのため、インタラクションや映像

表現を活用することで、食べることを意識させて、和食について考えさせる状態にする。

2) 和食と自然環境や文化とのつながりを伝える

自然の美しさや季節の移ろいを表現するため、自然の映像を取り入れる。この映像により和食は豊かな自然環境が支えていることを伝える。

3) 食事の過程で料理に関する情報を伝える

実際の料理を生かし、料理に使われている食材の文化的な背景を伝える。食事が主な体験であるため、食事を遮らない程度の長さのテキストを表示する。表示する情報は、利用者が食べた料理に関するものであるため、単に知識の取得だけでなく、味覚と共に興味を持って知ることができる。

4) 食事体験を妨害しない

本システムでは和食を食べながら、その食事と関連した文化的な情報を取得したり、自然や季節を感じる文化体験を提供する。食事の進行を認識することで、利用者に余計な動作はさせないで、自身のペースでストレスなく体験できるようにする。また食事を妨害しないように表示するテキストや映像の表示方法を工夫する。

7.4.2 制作事例

1) 食事と連動した映像投影

図 52 に体験場面を示す。本稿では和食の基本と言われている一汁三菜の和食を扱う。一汁三菜は主食、汁物、副菜二品、主菜から構成され、配置も決められている。7.1 で述べたように、本システムでは利用者の食事の進行を認識して、卓上や食器に投影された映像が変化する (図 53)。

最初は卓上に自然環境とタイトルロゴと簡単な説明が表示されている (図 53-0)。食事をするために食器を動かすとタイトルロゴと説明が消え、季節を表現した自然環境映像と環境音が再生される。食事を終わると季節が最初に戻り (図 53-11)、空になった食器に漁業や農業など料理に関連する食材の風景の映像が投影される (図 54)。

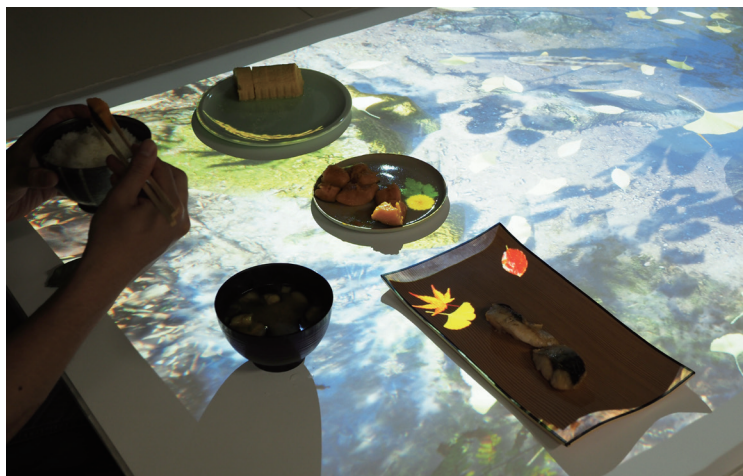
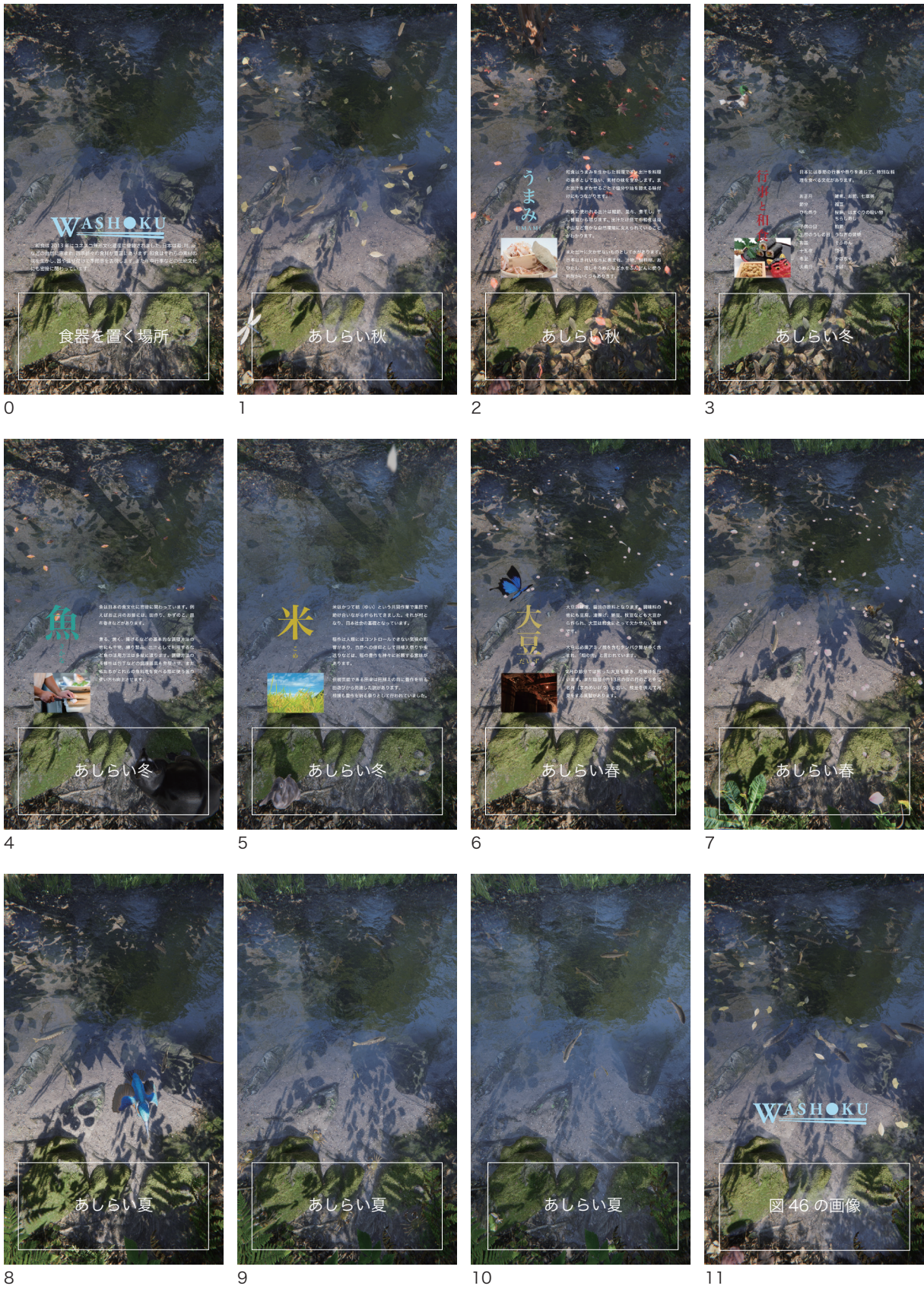


図 52 和食体験システムの体験場面



0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

図 53 利用者の食事の進行によって変化する自然環境の映像

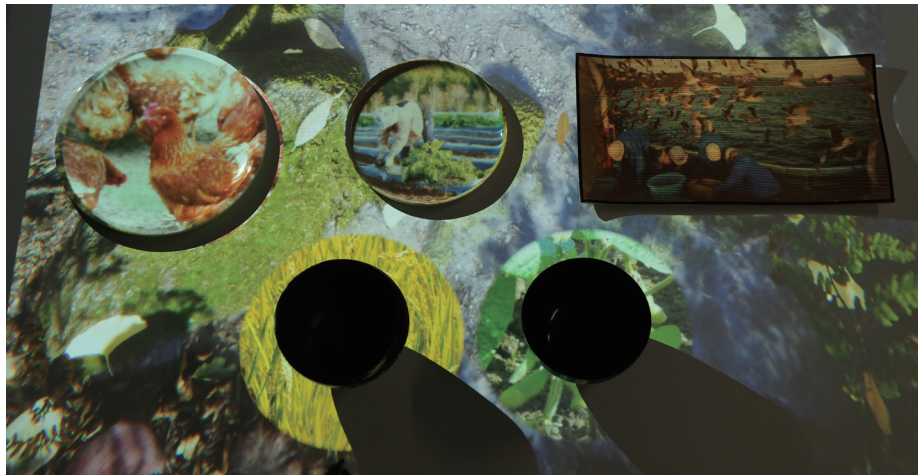


図 54 完食したときに食器に投影される画像



図 55 川にいる魚とそれぞれの季節に登場する生き物（左上からアマゴ、アユ、トンボ、鹿、鴨、狸、兔、蝶、蜂、カワセミ、蟹、蛙）

2) 自然環境の表現

要件 2) により自然の豊かさを伝えるために、四季の移ろいを表現した自然環境映像と環境音を再生する。和食においては日本の自然の豊さと水が豊富である特徴が重要であるため、川の風景を選択した。川には水の綺麗な環境に生息するアマゴ、アユ、アブラハヤが泳ぎ、季節の進行に応じて成長していく。

自然環境は季節の連続的な移ろいを考慮に入れて 12 段階（図 53）として、季節を一巡するようになっているため、全ての季節を体験しながら食事ができる。また季節に応じて魚以外にも生き物が登場し（図 55）、光と風の強さや色温度、天候も変化する。魚以外の生き物は季語から選び、図 53 の 1 から 10 までに一種類ずつ出現する。

3) 料理に関する情報

要件 3) のそれぞれの料理に関わる情報は、テキストで表示される。ご飯、味噌汁、焼き魚などの料理が半分程度減ったとき、卓上の中央に料理に対応する米、大豆、うまみ、行事と和食、魚に関する情報が表示される（図 56）。これらの情報は、料理自体の説明ではなく、料理に関連する文化や自然環境について説明している。

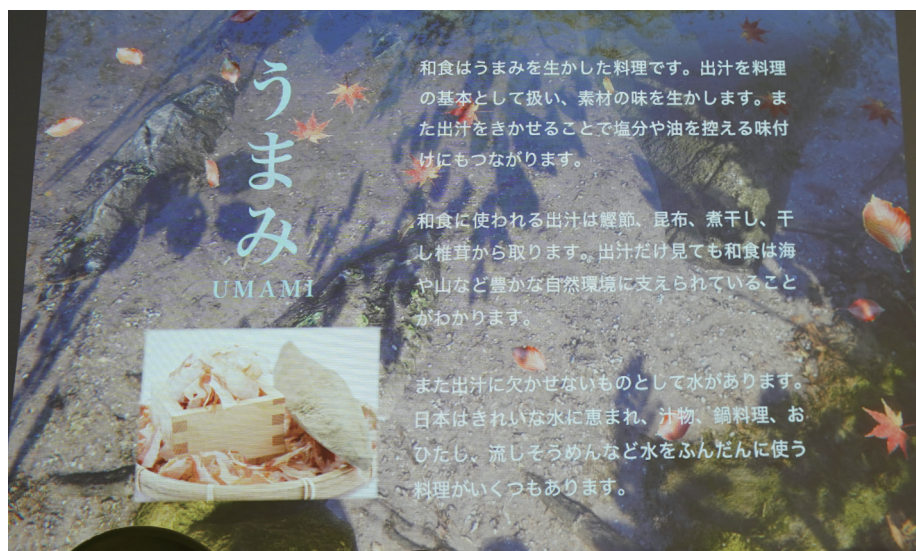


図 56 食事の進行に合わせて表示される料理に関連したテキスト

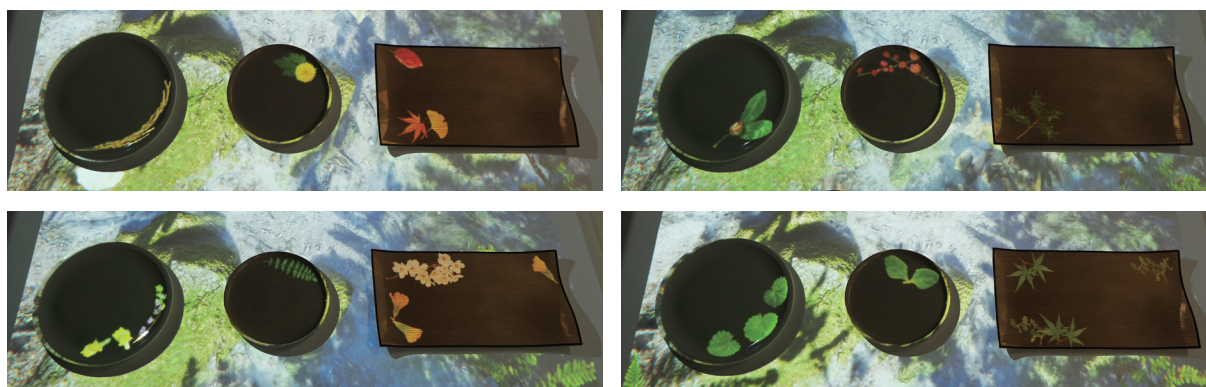


図 57 食器に投影するあしらい画像

4) 食器の選定と映像投影の工夫

副菜二品と主菜の食器は、映像がきれいに映り、高さにより映像が歪まない平らなものを磁器や木製食器から選択した。磁器の食器は無地で明度が高いもの、木製食器は木目が細かいものを使用した。また副菜二品は水、土を連想させる色、主菜の食器は植物を考慮して木製食器とした。箸と箸置きも映像の世界観に合わせ、箸は竹で作られたもの、箸置きは葉の形をしたものを選択した。

要件 4) の文化体験を妨害しないように、食器と料理には自然環境の映像は投影されないが、副菜二品、主菜の食器には季節に応じた 4 種類ずつのあしらいが部分的に投影される (図 57)。食事を終えた状態では、食器に料理がないため、映像は食器全体に投影される。またあしらいを投影しない茶碗と汁椀にもこのときは映像が投影される。茶碗と汁椀は曲面で色が濃く、映像が映らないため、茶碗、汁椀それぞれの円を中心に大きく、卓上にかかるように稲と大豆畑の画像を投影する (図 54 下)。

7.4.3 実装手法

評価用システムは6章の風呂敷のシステムで使用した機材と同じPC、短焦点プロジェクター、RGB-Dカメラ、スピーカーによって構成される。プロジェクターは卓上投影用金具で固定し、RGB-Dカメラはライトスタンドとブームユニットを使い、真上から投影映像を撮影するようにした(図58)。映像は約840mm×1493mmの大きさに卓上に映像投影用スクリーンを敷いて投影する。映像の制御はUnityゲームエンジンで行った。

食器に部分的にあしらいなどの映像を投影するために、マーカーを使ってキャリブレーションを行い、実空間と投影映像の座標を合わせた。食器の認識は赤外線画像を使用した。赤外線画像はプロジェクターで投影した映像が映らず、食器と料理のみを映すことができる(図59)。この画像から円か四角形を認識して、複数ある円の食器は直径の違いでそれぞれの食器を認識できるようにした。

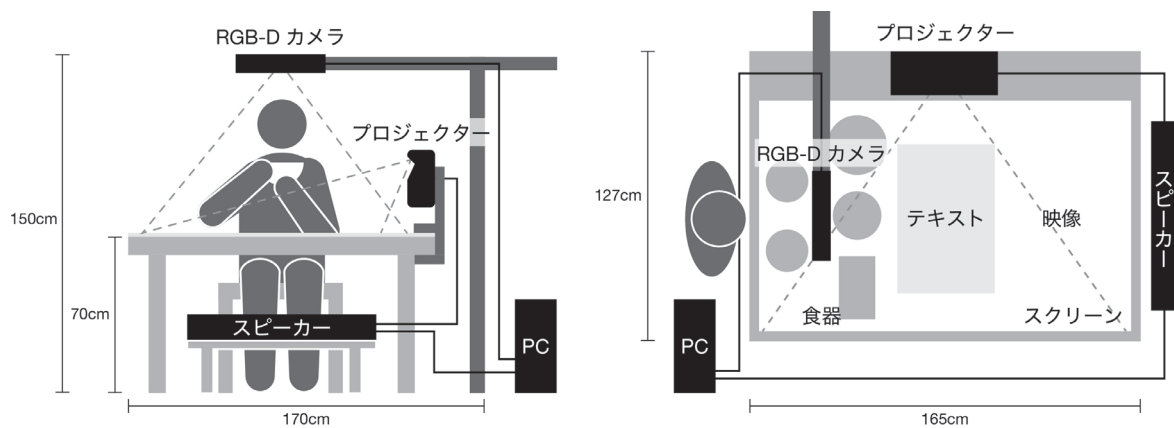


図58 評価用システムの構成

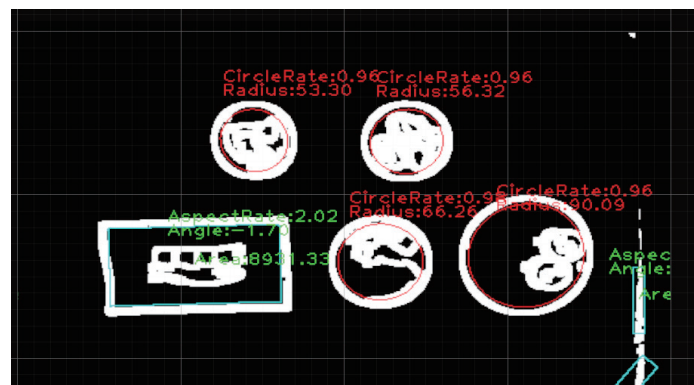


図59 RGB-Dカメラによる赤外線画像から食器の輪郭を抽出

また要件4)にある食事体験を妨害しないように、食器にセンサ等を取り付けず、カラー画像中の料理部分の面積の変化により料理の量を計測した(図60)。食器の色をHSVの数値で設定し、食器内の食器の色ではないもの(料理)の面積の大きさによって判定する。



図 60 カラー画像から料理の量を判定

表 7 食事の進行で切り替わる映像と環境音

状態	映像（魚の数値は大きさ、落葉の数値は葉の種類）	環境音
0	自然環境映像にロゴと説明を表示。食器を動かすと状態 1 に移行。	川
1	あしらい秋（副菜 稲穂、副副菜 菊、主菜 紅葉、銀杏、柿の葉） アマゴ（10）、アユ（10）、アブラハヤ（4）、トンボ、落葉 1、落葉 2	川、コオロギ、ヒグラシ
2	あしらい秋（副菜 稲穂、副副菜 菊、主菜 紅葉、銀杏、柿の葉） アマゴ（1）、アユ（1）、アブラハヤ（5）、鹿、落葉 3、落葉 4	川、コオロギ、イノシシ
3	あしらい冬（副菜 山茶花、副副菜 紅梅、主菜 柊） アマゴ（2）、アブラハヤ（6）、鴨、落葉 5	川、鴨、鷹
4	あしらい冬（副菜 山茶花、副副菜 紅梅、主菜 柊） アマゴ（3）、アブラハヤ（7）、狸、落葉 6	川
5	あしらい冬（副菜 山茶花、副副菜 紅梅、主菜 柊） アマゴ（4）、アブラハヤ（8）、兎、雪	川
6	あしらい春（副菜 花穂、金魚草、副副菜 木の芽、主菜 桜、さくら草） アマゴ（5）、アユ（5）、アブラハヤ（9）、蝶、桜（少）、綿毛	川、鶯
7	あしらい春（副菜 花穂、金魚草、副副菜 木の芽、主菜 桜、さくら草） アマゴ（6）、アユ（6）、アブラハヤ（10）、蜂、桜（多）	川、鶯、蜂
8	あしらい夏（副菜 雪の下、副副菜 つるな、主菜 青めじぞ、青紅葉） アマゴ（7）、アユ（7）、アブラハヤ（1）、カワセミ	川、アブラゼミ、ミンミンゼミ
9	あしらい夏（副菜 雪の下、副副菜 つるな、主菜 青めじぞ、青紅葉） アマゴ（8）、アユ（8）、アブラハヤ（2）、蟹、雨（弱）	川、雨、オオルリ
10	あしらい夏（副菜 雪の下、副副菜 つるな、主菜 青めじぞ、青紅葉） アマゴ（9）、アユ（9）、アブラハヤ（3）、蛙、雨（強）	川、雨、雷、蛙
11	五つの食器にそれぞれの料理に関連する映像を投影。 アマゴ（10）、アユ（10）、アブラハヤ（4）、落葉 1、落葉 2	川、コオロギ、ヒグラシ

一汁三菜の 5 つの食器において料理に手がつけられていない状態から半分程度食べた状態および、半分以上食べた状態を認識して 12 段階で天候，動物，環境音を切り替える（表 7）。それぞれの料理に関する説明は，料理を半分程度食べ進めたときにテキストで表示される。

7.5 予備実験

2020 年 5 月 27 日から 31 日にかけて 10 代から 30 代の 8 名（男性 7 名，女性 1 名）にシステムを体験してもらった。提供する食事は衛生面を考慮し，市販のものを使用し，箸は割り箸

を使用した。料理が減る認識のため、濃い汁気のある煮物などは避け、表示するテキスト情報と関連のあるものを選択した。茶碗には白米、汁椀には味噌汁、副菜には出し巻き玉子、副副菜には南瓜の煮物、主菜には焼き魚を選択した。

1) システム体験前の和食の意識と知識

最初に和食に対する意識、知識を確認するために、システム体験前にアンケートで「和食についてどのように考えますか。」「和食について知っていることをできるだけ記述してください。」という質問をした。最初の質問の回答は「慣れ親しんでいる」、「最も馴染み深い食事」など身近なものであること、「栄養バランスがいい」、「健康的」など健康的な面、「和食は素晴らしい文化だと思う。」「日本の伝統、文化だと思うので今後も残していく必要があると思う。」「近年、外国人から人気があり、世界中に広まりつつある。」など高評価している、されていることの記述が見られた。

二つ目の知識を確認するための質問では、「味付けがうすいイメージがある。」「だしをよくとる。かつおぶし、こんぶなど。」「佃煮や漬物など保存するために調理するものもある。」「味噌や醤油など発酵させた調味料が多い。」など味や料理に関すること、「皿を置く配置など作法が多い。」「米は左に置いて、汁は右に置く。」「米を左手前、味噌汁を右手前、煮物などを左奥、主菜を右奥に配置する。」など和食の構成に関する記述が見られた。他には魚料理が多く、歴史や地理と関連付けた記述があった。

2) システム体験後の和食の意識と知識

システム体験前のアンケートに回答した後、システムを介して食事をしてもらった。食事の制限時間は設けず、利用者が自身のペースで食事を終えた後、システム体験後のアンケートに回答してもらった。最初にシステム体験前からの変化を確認するため、再度「和食についてどのように考えますか。」という質問とテキストや映像から得た知識を確認するために「この作品で何を知りましたか。できるだけ多く記述してください。」という質問をした。最初の質問では、「味わいながら食べるべきものだなと思いました。」「美味しい。幅広い生き物を食べているんだと感じた。」「日本の風土に根ざした食である。自然の中で食べたいと思う。」「日本の文化や自然を強く反映している食事だと思う。」「日本の文化に根付いていて、伝統的な行事と切っても切れない関係もあるため、守っていく必要があるように思えた。」「日本固有の文化であるが、他の伝統文化との関わりが深いもの。」「四季のイベントに合わせて、様々な料理があり、作る料理や使う食材も旬のものが使われる。」「日本の風景や気候に対応して生まれた食文化。」など実際の食事と自然や季節など作品の内容が関連している回答やテキストで表示した情報が反映されている回答が見られた。また知識をベースにした回答から各自の考えがより現れた回答に変化した。食べることをインタラクションや映像表現と複合したシステムだからこそ伝えることができる体験があると考えられる。

二つ目の作品で得た知識の確認のための質問では、7名にテキストで表示した米、大豆、うまみ、行事と和食、魚に関する記述が見られた。また7名の内4名はテキストで表示した情報以外にも

「季節に合った食材を上手く利用すること。」「食器や盛り付け方で季節感を表現している。」「あしらいがあると食品がきれいに見える。器を食には重要である。」「三菜」の1つ1つの量は少なくても、それを3つに分けて食べると適度に腹が満たされる。普段は1つしかおかずを食べないが、それだと足りないか食べ過ぎのどちらかになる。「三菜」ではそのような両極端なことが起こらない。よく考えられている。」など映像や食事から得た情報も含まれた。他1名は「生き物の命をいただいている、ありがたさを感じると同時に自分も自然の中の一部なんだと自覚させられました。」と作品の自然環境の映像が影響したと考えられる記述があった。システム体験前と体験後で和食に対して料理の内容から、和食を支えている自然や季節、文化に意識が向いたことが確認でき、食事という行為を再認識する回答もあった。

3) 和食の価値観

次に和食の価値観を確認するために「和食にはどのような価値観があると思いますか。」という質問をした。回答は「季節の変化を表現すること。地域の自然や文化、食材を生かすこと。」「食事そのものだけでなく、文化や自然の雰囲気まで重んじていると思う。」「自然を体感する1つの方法。」「和食には人間と自然との共生が形となって現れているように思う。四季や自然を重んじるような価値観を持っている。」「わびさび、自然を見ているような雰囲気。」という回答があり、ここでも自然や文化と和食の関連性が確認できた。また他の回答は、「日本の生活に根付いており、切っても切れぬもの。先人から伝承され続けたものである。そして 私たちも次世代へ受け継ぐもの。」「風情を感じられるような食材、調理法があって作る人の想いやこだわりが込められていると思った。」「食材を余すことなく使い切る。もったいない精神、ありがとうという気持ちのようなものがあると思います。」など人や食材への想いが確認できた。

またその価値観に作品を構成する自然環境映像やあしらいが影響しているのか確認するために「卓上に投影した自然や生き物の映像は和食にどのように関連していると思いますか。」「食器に投影したあしらいや完食したときの映像をどのように感じましたか。」という質問をした。最初の自然環境の映像の質問は「魚は川から取れるし、雨によって米が育つんだと思う。」「食器や盛り付け方で表す四季と関連していた。生き物は日本古来の自然環境である里山の生き物であったため、昔ながらのものとして和食と関連していると思った。」「在来の生き物や自然から和食のありがたみを感じさせる。」「自然や生き物は季節を反映していて、それらが直接食材になっているわけではないが、季節と関連の深い和食とのつながりを感じる。また映像の自然や生き物は日本に固有であるという点でも和食と共通していると思う。」「季節感や豊かな自然のイメージを思い起こさせる。」「四季を反映しているものだと思った。山と海の多い日本だからこその料理も多いただろうなと思った。」「日本の自然そのものであったが、食事の材料を映しているわけではない。昔は自然の中で食べることはごく普通だったということの意味している？」など和食と自然の関連性や四季が表現されていることが伝わった。現状よりさらに季節の移ろいをわかりやすくするには、例えば冬の雪が降っている状態のとき、大地に雪が積もるようにして季節の差を明確にすることが考えられる。

食器に投影したあしらいと完食したときに投影する映像に関する質問では「季節感があって良かったです。」「お皿に映ったあしらいはかわいらしいなと感じました。季節毎に変わる様子が楽しくてお箸が進みました。完食したときにありがとうございますという気持ちが心に浮かんできました。」「プロジェクションマッピングを使用することで、一度の食事の中で様々な季節を表現できるのは新しいと思った。」「体験の食事には野菜類がかぼちゃのみであったというのもあって彩りが良くなったと思う。」「高級料理を食べている錯覚に陥った。」「味があるなと思った。」「あしらいは食べ物を鮮やかで美味しそうに見せるのに非常に重要だと感じた。自分で料理を作るときは、あしらいをいちいち買ったりしないが、上から投影するだけだと毎回買わなくて良いと思う。」などの回答があり、季節を感じさせ、料理を演出する効果を確認できた。

自然の美しさや季節の移ろいの表現の確認のために「作品の印象を記述してください。」という質問では「風景を見ながら食事ができるのは良かったし、あしらいが楽しかった。」「和食を上手くPRできていると思う。内容も興味深かったし、映像表現もきれいで良かった。」「清流の映像だったので涼しげな印象を受けた。食器が丁度岸のあたりにあるので実際に自然の中で食事しているような感じがした。」「様々な生き物が登場したので次は何が出てくるかな、これはなんだろう、といったワクワク感がありました。動きも滑らかだったので良かったです。」など自然に関する記述が見られた。

また「食事は大切な時間だと気付かされました。自分が普段どういう風にごはんを食べていたかなと考えたときに味わえていなかった。食事に集中できていなかったなと反省しました。」という食事という行為を見直す回答や「教育素材としてはかなり良い。食事という体験行為をしながら学習ができ、効率よく教えられるのではないか。」「日本の文化を紹介する上で面白い方法だなと思った。食事が進むごとにそれぞれ説明がでるのは良かったが、食事自体にあまり目がいかないと。」という伝達手法として評価する回答もあった。

4) 観察からわかったこと

利用者によって想定以上に食事のペースに差があり、食事のペースが早い利用者は季節が早く進んだり、テキストが表示されたばかりの状態ですぐに他の食器の料理を半分程度減らし、新しいテキストが表示されることがあった。早く食べ進めても必ず数十秒間は自然やテキストを表示する仕様にするとも考えられるが、食べる行動と連動しなくなることが予想されるため、ゆっくり自然を体感しながら食事をしてほしいことをあらかじめ伝えることが適切な手段だと考えられる。

目線の観察からは、よく映像やテキストを見る人と食事に集中しがちな人が見られた。普段からテレビを見ながら、会話をしながらなど何かをしながら食事をする人は、今回のシステムも自然に体験できることが推測できるが、そうではない人は食事に集中し、伝達効果が弱まるのが予想される。

7.6 専門家の意見による改善

7.6.1 プロの料理人からの意見

和食の専門家として日本料理のオーナーシェフに実際のシステムを見て貰い意見を聞いた。食事の環境表現については、「視覚は味覚に影響があると思っている。例えば真っ暗な部屋で食べたとき、明るい部屋で食べたとき、真っ赤な部屋で食べたときは、同じ食材を食べても全く味が違う。同じ料理でも盛り付け一つで違うし、異なる部屋でも味まで変わってきてしまう。映像を見ながら食事することは、味覚に影響するのではないか。」「伝統をそのまま受け継ぐだけでなく、新しいものをニーズに合わせて取り入れていかないといけない。この作品もこれから先、10年、20年普通に使われているかもしれない。」などの必要性に関する意見があった。

米、大豆、うまみ、行事と和食、魚の五つの文化的な情報については、これらに加えて具体的な料理に関することも知らせた方がお客さんも興味深いのではという意見があった。また、あしらいの他にも食器の柄を投影することで、数種類の食器として使うことができるという意見をいただいた。

7.6.2 料理の改善

作品に沿った料理にするため、意見を聞いた料理人に、表示する内容（行事と和食、うまみ、魚）を考慮に入れて主菜、副菜、副副菜の三品を制作してもらった。料理人と意見交換しながら3回程度の試作を行った。

完成した料理は、図 61 にあるように和食の特徴である季節や旬を重視したものとなっている。今回は依頼した時期が夏であったため、夏を意識した料理になった。行事と和食に関する料理は、土用の丑の日にうなぎを食べる習慣が日本にあることから、うなぎの蒲焼を使った鰻巻きをメインとして、白瓜の鉄砲漬け、酢取り茗荷の子から構成される（図 61 左）。夏バテ防止にうなぎを食べることは7世紀後半から8世紀後半に編集された日本の現存する最古の和歌集である『万葉集』にも記されており、18世紀後半に一般に広まった習慣である。今回の作品で使う鰻巻きとは、うなぎの蒲焼を芯にした卵焼きである。白瓜の鉄砲漬けは、瓜の中心に昆布を詰めた漬物で、瓜を砲筒、中心に詰める食材を弾に見立てたことから鉄砲漬けと言われている。酢取り茗荷の子は、茗荷の甘酢でつけたもので、彩りと箸休めの役割を果たす。

うまみに関する料理は、鮎の煮浸し、椎茸煮、はじかみ、酢橘から構成される（図 61 中央）。うまみの要素は椎茸煮であり、卓上に投影した山や川に生息しているため、実際の料理と映像が関連している。また鮎も映像内で川を泳いでいるため、作品を関連がある。はじかみと酢橘は薬味、彩り、箸休めの役目を果たす。

魚に関する料理は鱧の天ぷらをメインにもろこし揚げ、オクラ、トマトの蜜煮揚げから構成される（図 61 右）。鱧は夏が旬の魚であり、日本料理によく使われる。オクラやもろこしは料理の色彩を豊にする役割があり、トマトの蜜煮揚げは箸休めの役割がある。

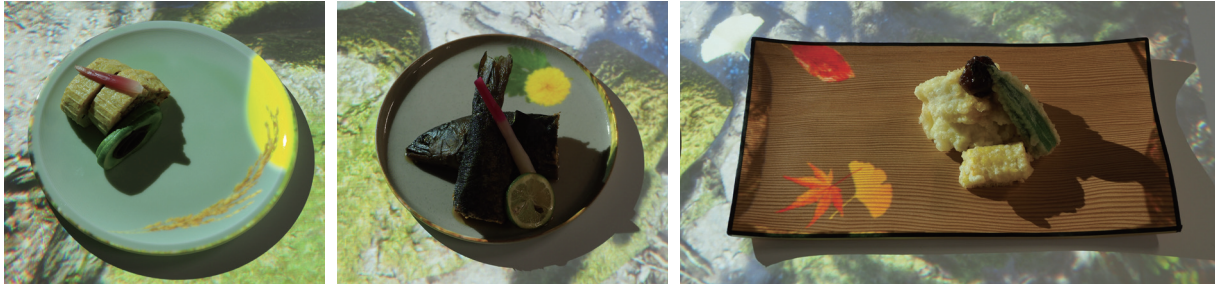


図 61 料理人に制作を依頼した料理 (左) 鰻巻き, 白瓜の鉄砲漬け, 酢取り茗荷の子 (中央) 鮎の煮浸し, 椎茸煮, はじかみ, 酢橘 (右) 鱧の天ぷら, もろこし揚げ, オクラ, トマトの蜜煮揚げ

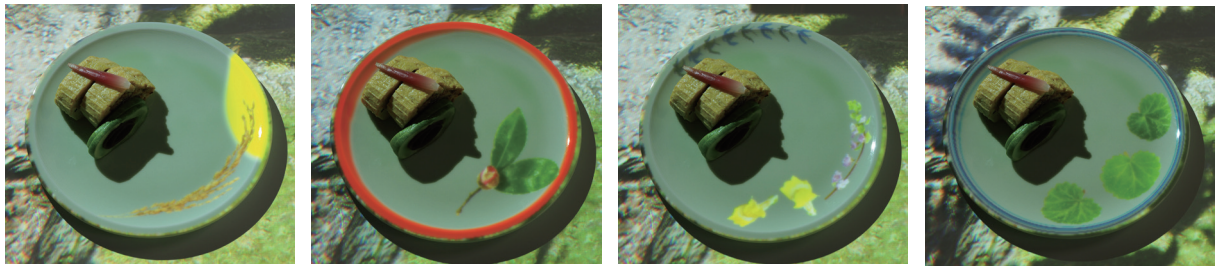


図 62 柄とあしらい

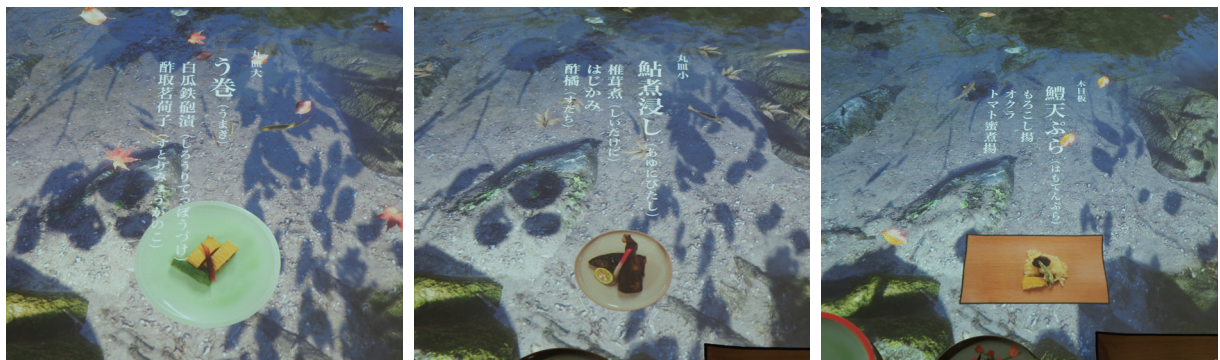


図 63 献立

7.6.3 システムの改善

料理や食器が少し暗く見えたため、あしらいの背景を暗いグレーにして食器にわずかな無色の光が投影することで、通常的环境と同程度の明るさに調整した (図 62)。また料理人の意見を反映して、あしらいの他にも左に配置する大きい丸い皿には、季節ごとの柄を追加した (図 62)。秋は十五夜など月見の文化があることから月を柄として取り入れ、冬は焚き火のイメージから赤い色を取り入れた。春は春の季語である燕、夏は雨が多いため、水の波紋を柄として使った。柄もあしらいと共に季節によって変化する。

料理自体についても知りたいのではないかという意見を踏まえ、料理が減ると食べた料理の献立が表示されるようにした (図 63)。7.5 の予備実験で使用した料理は、料理を見れば、食材や調理法が容易に想像できるものだったが、図 61 の料理は和食に詳しくない人はわからないものもあ

ると考えられる。献立は料理を食べてすぐに知ることができた方が良いため、料理が2割程度減ったとき表示するようにし、これまでの料理に関する文化的な情報は料理が半分以上減ったときに表示されるよう変更した（図64（季節状態については表7に示す））。全体の映像の流れを図65に示す。

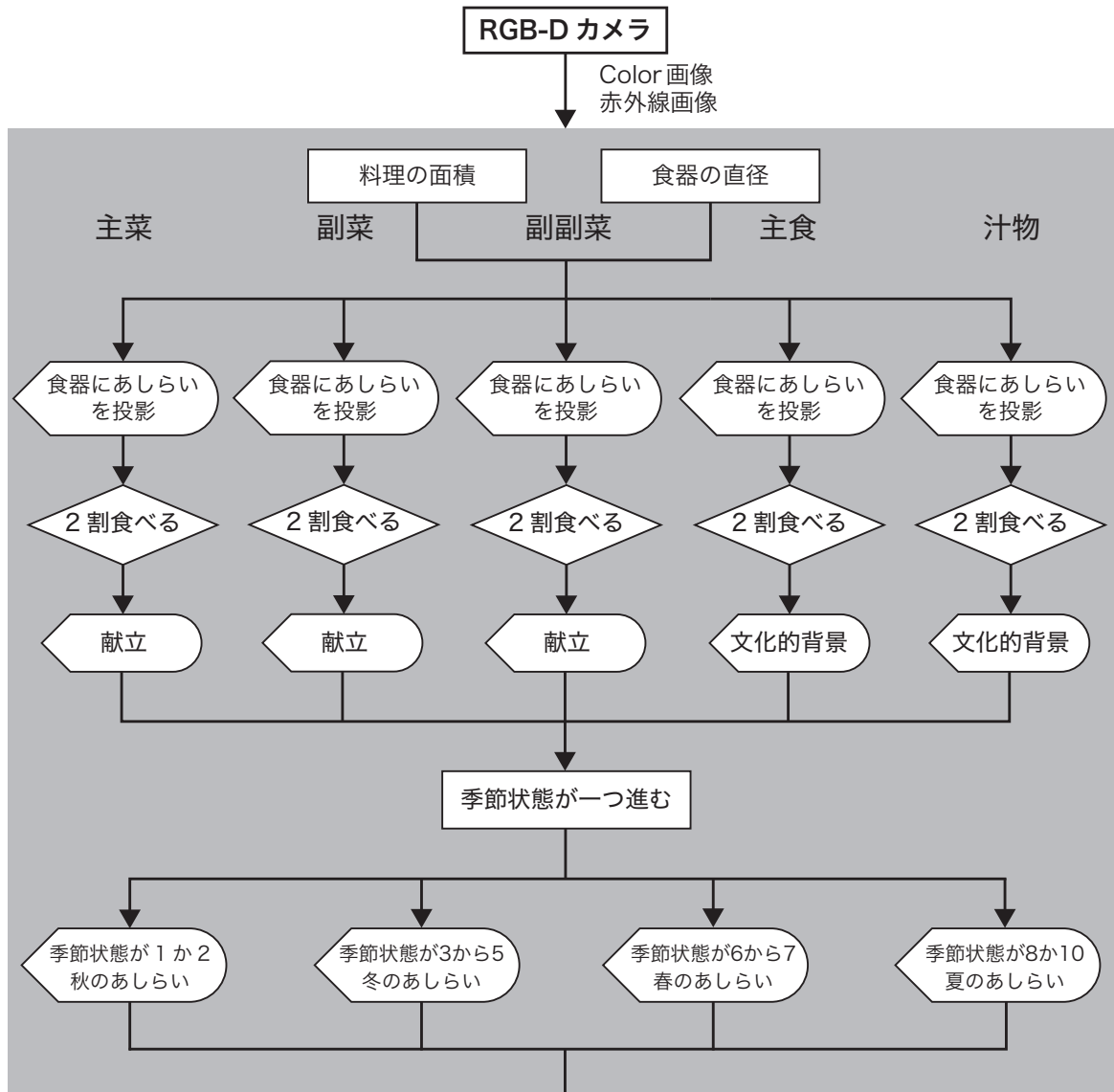


図 64 料理の状態認識および投影システムのモジュール構成

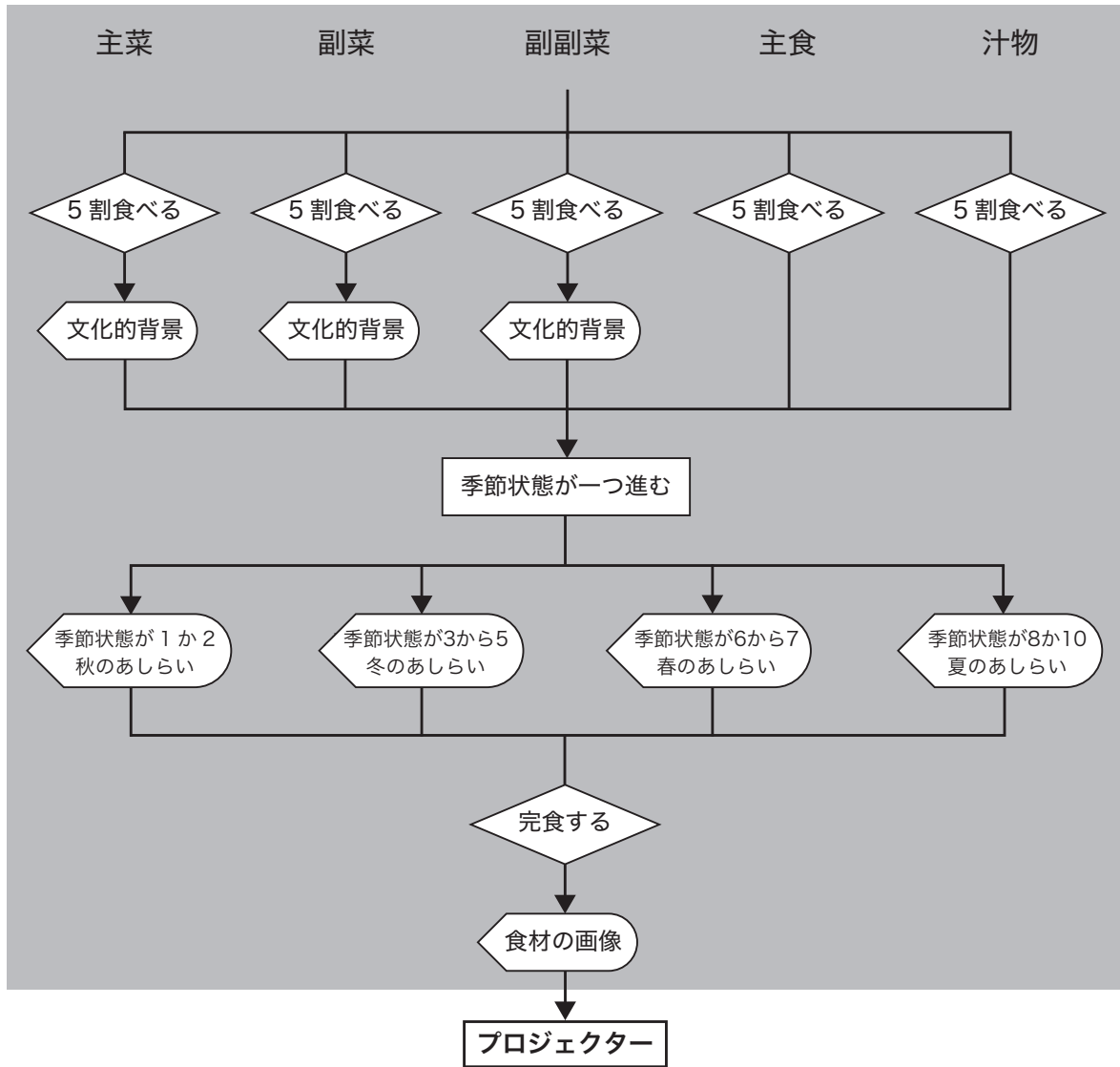
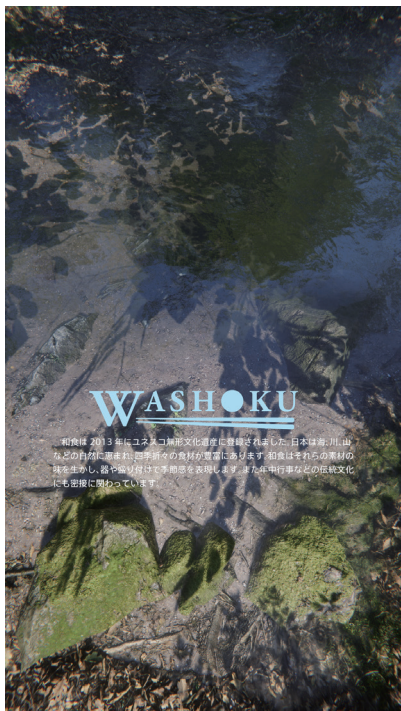


図 64 料理の状態認識および投影システムのモジュール構成



0



1



2



3

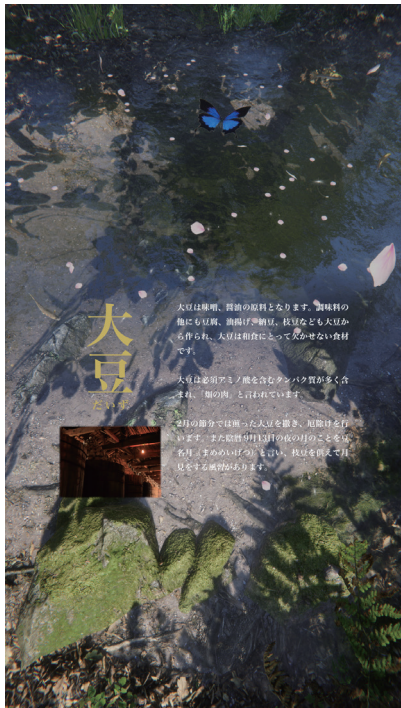


4



5

図 65 食事の進行で切り替わる映像



6



7



8



9



10



11

図 65 食事の進行で切り替わる映像

7.7 ユーザースタディ

7.6.2 の料理と改善したシステムを利用して 2020 年 7 月 22 日から 7 月 31 日にかけてシステムを 20 代の 13 名（男性 8 名，女性 5 名）が体験し，システム体験の前後にアンケートに回答してもらった（表 8）。

表 8 アンケート

体験前	1) 和食についてどのように考えますか。（図 66） 2) 和食について知っていることをできるだけ記述してください。（図 67）
体験後	1) 和食についてどのように考えますか。（図 66） 2) この作品で何を知りましたか。できるだけ多く記述してください。（図 67） 3) 卓上に投影した自然や生き物の映像は和食にどのように関連していると思いますか。 4) 食器に投影したあしらいや完食したときの映像をどのように感じましたか。 5) 体験したシステムとディスプレイで映像を見ながら，ユーザーがキー入力して映像を切り替える食事と比べ，どう思いますか。また味や情報取得に影響があると思いますか。 6) 和食にはどのような価値観があると思いますか。

7.7.1 システム体験前後の比較

1) システム体験前の記述

比較のためにシステム体験前にアンケートで「和食についてどのように考えますか。」，「和食について知っていることをできるだけ記述してください。」という質問をした。最初の質問の回答は，4 名の回答に「健康的」という回答が含まれ，1 名は「体に良い食べ物」と回答しており，健康的なイメージを持たれている。また「味付けが強くない」，「素材の味を生かすような味付け」，「あっさりしていて食べやすい」など味に関する回答が 3 名いた。他には「日本の伝統的な食事」という文化として認識している回答が 3 名，「日本人が食べたくなる味」という味に親しみを持つ回答が 2 名だった。二つ目の知識を確認するための質問では，料理の構成，調味料，マナー，健康的であることについての回答が見られた。

2) 和食と自然環境についての認識の変化

システム体験後の「和食についてどのように考えますか。」という質問では，「日本の自然環境と結びついた食事」，「日本の自然の命を多くいただいていると実感した。食材とこの味付けは，日本ならではのものであり，伝統的に受け継がれてきたものだと考えた。」，「季節に即した料理を提供し，出汁を生かした味わいと同時に食器や料理の見たいも含めて楽しむ食文化。」など自然環境と季節の映像が反映された回答が 7 名に見られ，システムの体験により，健康的，味に関する回答から自然や季節，食器や盛りつけなど，和食の背景を意識させることができたと考えられる。

「卓上に投影した自然や生き物の映像は和食にどのように関連していると思いますか。」という質問では「料理の盛り付けをする際に，四季折々の美しい自然の移ろいを表現する」と「多彩で新鮮な食材」という二つの特徴と関連していると思います。」という回答や「魚が常に泳いでいる

様子が見えたため、和食の中での魚の重要さを感じた。また季節が移り変わる様子が行事ごとに变化する和食を想像させた。」「素材たちが育った環境との関連。」「川をメインとした四季折々の生物で、鮎のような川魚やウサギ、狸などは食材として、和食に関連していると思います。」「澄んだ川の映像は、和食文化の重要な点を担う「きれいな水」を連想させるものであった。そして、川に泳ぐ魚は、今回の食事で多く利用され、和食に深く関わる魚を思わせた。」など食材だけでなく、食材を育む自然や季節の重要性も5名の回答に見られた。

他には「料理や食べている自分を自然の一部だと思わせ心を落ち着かせる」、「閉鎖的な空間で食べる和食よりも、屋外で食べているような感覚で食べることができたので、新鮮な体験でした。」「和食はその季節の食材を生かして、その時期にあった料理が作られている。屋内にいても自然の風景や音を楽しめる。」など自然の中で食事を体験することにポジティブな感想が5名に見られた。

3) 料理に関する知識の変化

システム体験後の「この作品で何を学びましたか。」という質問の回答では、13名全員が、テキストで表示した米、大豆、うまみ、行事と和食、魚に関連する記述が見られた。また「一汁三菜という野菜、海産物、畜産(鶏卵)の多くの食材から成り立っていて、全てが日本の自然から得られるものであったと改めて知った。」など映像から感じとったと思われる回答や「はじかみという食材」、「スタチの漢字」という献立に基づいた回答も見られた。

また料理については、「素材ごとに様々な加工方法があり不思議だと感じた。」「たくさんの労力、たくさんの食材が使われているということ。」「色んな素材を使っていて包容力のあるジャンルだと思った。」など3名が素材や加工方法が豊富である回答をしており、一皿の料理が複数の料理から構成されることが影響したと思われる。他には伝統的であること、複数の料理の構成の調和で美味しくなることについての回答があった。

献立について「知らない情報が多くあり、それを日本食を楽しみながら知ることができるのは良かった。また、見た目で種類がわからない魚などもあるため、お皿の紹介が出るのは助かった。」「食べている料理の説明が出てくるのは料理を楽しむ上で効果的に感じた。特に魚の種類は言われなければ分からなかった。」という回答があった。また「和食について考える良いきっかけになりました。」など食事について考えるきっかけになった回答もあった。

4) 食器への映像投影の効果

食器に投影した映像について「食器に投影したあしらいや完食したときの映像をどのように感じましたか。」という質問では、「ふと目を落とすといつの間にか変化しているあしらいに楽しさを感じた。」「桜や紅葉が投影されるなど季節に応じた変化があって、食事に楽しみをもたらした。」「食べ進めるに従って種類が変わり、次に何が出てくるか楽しみになった。」など5名の回答に「楽しさ」や「楽しみ」という言葉があった。季節を感じる内容の回答をした人は4名だった。

また「美しくて素敵だなと感じた。和食が日本のものであるということを再認識し、誇らしい気持ちにもなった。」「並んでいる食事が華やかに見え、雰囲気も料理にマッチしていて良かった。」など3名が料理の演出効果について回答をした。完食したときの映像については「食べ終わった

後の料理の皿は汚いイメージがあるが綺麗でよかった」、「最後の食べ切った後の食器も、通常であればあまり美しいとは思えませんが、今日見た時はあまり嫌な感情は覚えませんでした。」という回答が見られ、食後の食器の見た目を汚く感じさせない効果もあった。

5) ディスプレイによる情報提示との比較

体験型システムの効果を確認するために、ディスプレイでキー入力するものを見せて「体験したシステムとディスプレイで映像を見ながら、ユーザーがキー入力して映像を切り替える食事と比べ、どう思いますか。また味や情報取得に影響があると思いますか。」という質問をした。

それぞれの長所、短所についての回答が見られ、体験システムは「前者にはキーを動かす必要も無いし、わざわざ上に向けて映像を見る必要もないので、体験感としてより快適に感じられます。」、「体験したシステムの方が食事の体験を阻害せずに自然に映像やテキストを見ることができると思うので、ディスプレイで表示するよりは面白い体験ができると思う。」、「勝手に皿の状況を見ながら映像が切り替わってくれた方が食事はしやすい。

また行事の紹介なども、食事をしながら勝手に移り変わるものを見ることでより食事を楽しむことができた。」、「ディスプレイで見ると、テレビやスマホを見ながら食事しているのと同じだと思った。料理が減っていった情報が切り替わるのは食べた満足感や予期しないワクワクを増幅させるので面白いと思う」など利便性や面白さで13名全員からポジティブな感想があった。

そのうち4名については「情報取得の中でもテキストの内容を伝えることに重きを置くのであれば、ユーザーがキー入力して映像を切り替える方がテキストの内容は入ってくると思う。」、「お皿の紹介などは、無いよりは大変助かり良かったが、一度食べてその後もう一度お皿に手をつけるとき、その紹介を再度読みたいという気持ちになった。その場合ボタンなどがあった方が自由に閲覧できると感じた。」などキー入力の利点についても指摘があった。

6) 和食文化の総合的な価値観

「和食にはどのような価値観があると思いますか。」という質問では「季節の素材を使って、素材そのままの旨味をさらにうまく発揮する」、「素材の味を大切にするという価値観。」など食材の味を生かすことについて6名が回答した。

また「食事を通して日本の伝統や歴史を感じることができること」、「食事そのものだけでなく、周囲の自然や空間を楽しもうとする価値観」、「季節の変動を受けやすい日本特有の環境を、行事などと絡めて享受する価値観」など自然や文化との関連性について回答した人が6名だった。

他には「食材と味そのものを引き立て、他の生き物を食して生きていると感じやすい。和食は、生き物、食材への感謝を大切にしたい食スタイルと考えます。」などの回答があった。

「完食したときの映像で、第一次産業者のみなさんや食材の本来の姿を見て、私が食べるために多くの人が働いてくれていたという新たな発見につながった。」という生産者への感謝を意識した回答者もあった。

7) テキストマイニングによる分析

テキストマイニングツールである KH Coder[127] を利用して、体験前と体験後の質問の回答の

テキスト分析を行った。このシステムでは、同じ文章と一緒にでてくる可能性が高い、共起関係にある単語を抽出して、視覚化することができる。結果を図 66、図 67 に示す。

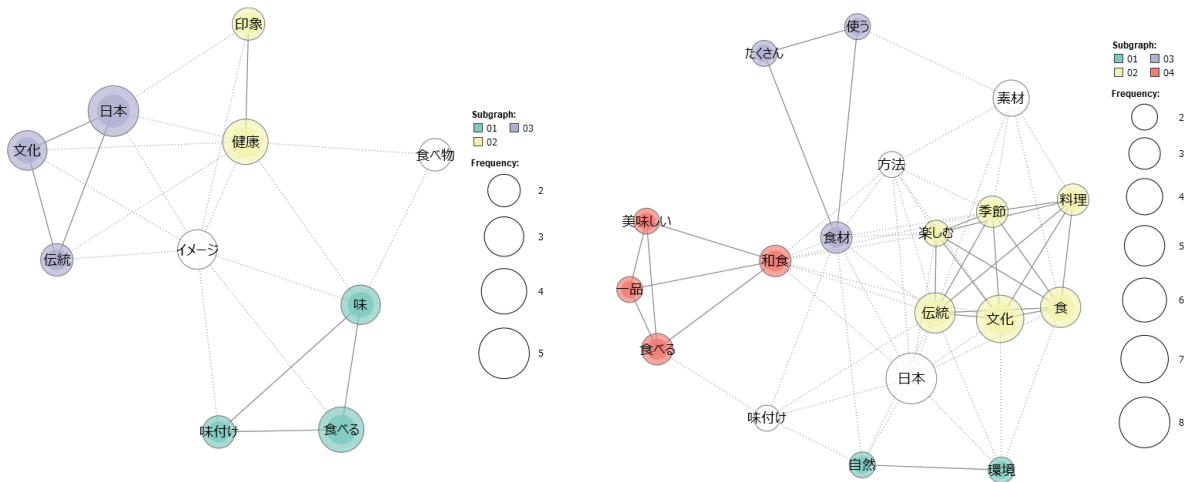


図 66 体験前後の回答の比較 (表 8 質問 1 の和食に対する考えについて)

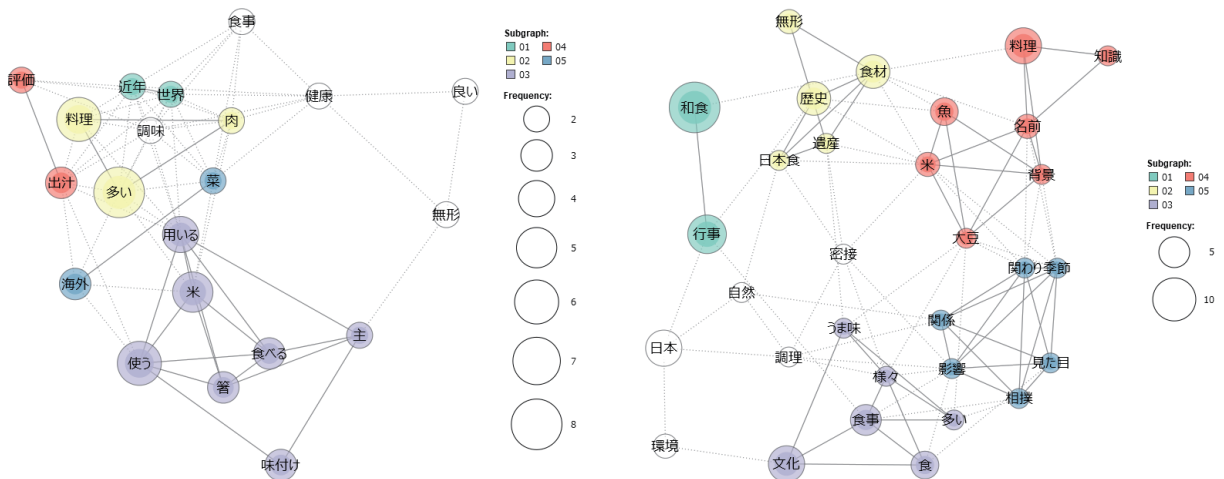


図 67 体験前後の回答の比較 (表 8 質問 2 の和食に関する知識について)

まず図 66 の「和食についてどのように考えますか。」の左側の体験前の回答は記述が少なく、「和食」と「味」「健康」など単純な関係性が見られる。また文化に関する記述は「文化」「伝統」などの単語は見られるが、そこから関連する単語がない。右側の体験後は「食」「文化」「伝統」「季節」「素材」「環境」「自然」などの日本の伝統的な食文化と、自然や季節などのより多くの概念について密接な関わりが見られた。また「楽しむ」「美味しい」なども関連しているなど、実際に料理を食べる体験の利点も現れている。

次に和食の知識の確認をするための質問 (図 67) では、左側の体験前は「米」「箸」「味付け」など料理自体に関連する単語が見られた。右側の体験後の回答は、体験中にテキストを投影した「魚」「米」「大豆」「うま味」「行事」の全ての単語が見られた。また「和食」「歴史」「遺産」や「行事」との関わりや、「季節」「自然」「食材」など和食を支えている文化的な要素に関する単語の共

起関係が見られた。

このようにテキストマイニングの結果からも、日本の多様な自然や季節が、食材や料理に結びついていることや、伝統行事などの社会との関わりについても伝えることができたと考えられる。

7.7.2 体験後の影響に関する追跡調査

利用者の影響を確認するために、システムを体験してから一週間後にアンケートに回答してもらった (表 9)。

表 9 一週間後のアンケート

一週間後	1) 普段の食事で意識したこと, 行動したことはありましたか。 2) 食が関わる行事, 季節, 自然, 食器, 素材などについて普段の生活で意識したこと, 行動したことはありましたか。
------	---

「普段の食事で意識したこと, 行動したことはありましたか。」という質問では, 11 名の回答があった。そのうち 6 名は普段の食事の意識に変化が見られ, 「これまで和食を食べる際の盛り付けに関して意識したことはなかったのですが, この作品を見てからは, どんな表現を意識しているのか, 季節感をどう表現しているのかなど, 日ごろの食事でも見る目線が生まれました, 「和食を食べようとした時に, 味噌や米など日本ならではのものを積極的に食しようと思いました。’, 「今までは和食に対して漠然としかイメージを抱いていなかったが, 作品体験を通じて和食に対して具体的なイメージ (食事の内容, 素材, 味付けなど) を持つことが可能になった。」などの回答があった。また「見た目を意識して盛り付けるようになった」という行動の変化もあった。

次に「食が関わる行事, 季節, 自然, 食器, 素材などについて普段の生活で意識したこと, 行動したことはありましたか。」という質問では, 5 名が回答した。2 名が「旬なものや季節感のあるものを食すようになりました。’, 「旬の食材を前よりも意識するようになった。」と回答し, 食材の旬に関する意識と行動を確認できた。

また 2 名は「食器についてはなんとなく以前からその料理に一番合うものを選んでいたが, この体験後, 改めてそのことをしっかり意識するようになった。’, 「食器を買った」と回答した。他には「絶滅危惧種であるニホンウナギを食べる食文化についてレポートを書きました」という回答があり, 自分でより深く調べた例もあった。

他の回答者は「自炊をあまりしておらず自分から行動するということはなかったです。’, 「食が関わる季節の行事が丑の日以来無かったので, 意識した場面はあまり無かった。」などで, 伝統行事がある期間にアンケートをとってれば, 回答が変わった可能性もある。

このように体験後の追跡調査においても, 食と自然や, 食環境の意識の向上や, 実際の行動への影響も確認することができた。

7.8 従来メディアとの比較

従来の情報の取得は、食事をする環境では、お品書きを読んだり、料理人に聞くことが考えられるが、お品書きは主に文字のみで構成され、視覚情報が制限される。また料理の説明は主に配給する人が料理を利用者の元に置く際に口頭で説明することがある。このように従来では食事をしてしながらお品書きを見返したり、料理の説明を思い出しながら食事をするようになる。この研究のシステムでは、料理を食べると、食べた料理の献立や料理に使われた食材の文化的な背景を卓上に表示するため、利用者が自由に自身のペースで食事をする中で、利用者が知りたいとき、知るべきときに味覚と共に知ることができる。料理について知るために箸を置き、お品書きを見るという煩わしさはない。これまでに食事環境でのプロジェクションマッピングは存在するが、このメディアは料理の持ち時間を利用するエンターテインメントであり、食文化を伝える本研究の目的とは異なる。また手法としてもこれまでの食事環境を利用したメディアは、単に食器や卓上に映像を投影するものだが、本研究のシステムは利用者が料理を食べていくことで投影した映像が変化する。この手法は利用者自身が自身の行動（料理を食べること）で映像が変化することは理解しており、次に何がでてくるのか表示する情報に興味を持ちながら体験できることがわかっている。また投影した映像の魚は料理でも利用されていることが利用者にも伝わり、水や雨も食文化にはなくてはならないことや日本の自然の命を多くいただいている食材へのありがたみ、季節が変化していく楽しみを感じさせる効果がある。

7.9 まとめ

本稿では和食文化を伝えるために、インタラクションと映像表現を実際の食事と複合し、利用者が食事を進めていくことで、体験的に和食を支えている自然や四季の変化、文化的な関連性を知ることができるシステムを制作した。

本システムにより、通常は無意識的に行われている食事体験の過程で、利用者に自然や季節が和食を支えていて、それらは伝統行事にも影響していることを伝えることができた。さらに体験後の追跡調査も行い、食事という行為を見直し、自然のありがたみなど和食を再認識する効果も確認できた。

今後の改善点としては、和食と年中行事との密接な関わりは、今回のシステムではテキストで補足的に伝えたが、食事の進行に合わせて自然環境の代わりに卓上に季節ごとの年中行事や伝統行事の映像を投影することも考えられる。

8章 全体のまとめ

8.1 全体の考察

本研究では身近な日本の伝統文化の知識と価値観を伝えるために、文化的な場所や行動を利用し、体験行動と連動し、体験内容に合わせて適切なタイミングで映像や知識などを提示することができるテーブル型拡張現実プラットフォームを開発した。システムの要件として、1) 文化体験の環境や素材の活用、2) 体験行動と連動した知識と視覚表現の提示、3) 文化体験を妨害しないことを設定した。システムの適用例として、日常空間の限られたスペースで体験できるとともに、普段の生活の中で実践可能である、また文化的背景や作法などの知識を伝えることが効果的であると考えられるものとして、神社、風呂敷、和食を題材とした。

神社における参拝文化を伝える拡張現実メディアは、RGB-D カメラから得られた3次元骨格情報から左右の手の位置を検出して、スライダを操作し、参拝動作を伝えるアニメーション映像の制御をインタラクティブに行う機能を実現した。またカスケード分類器による画像認識により、神使にまつわるオブジェクトが置かれたことを検出して、祭神や神使の情報提示を行った。一般公開による展示評価で、子供から高齢者までの利用者の動作を安定に検出可能であるとともに、これらの映像操作を楽しみながら利用して貰えることを確認した。

神社に展示した作品では、デザインで行動を推測させようとしたが、参拝者がメディアに対して何をしたらいいのかわからない問題が見られた。そのため、体験型展示において行動を伝えるための手法としてピクトグラムを活用した。展示に使われる行動として、手の状態を使った入力手法、上腕と前腕を使った入力手法、ボタンやスクロールなどの入力手法、外部オブジェクトを使った入力手法の4つに分類し、それぞれの行動のピクトグラムを制作し、評価実験を行った。動画と静止画では動画ピクトグラムの方が伝わるのがわかった。行動は大学生から中高年層にも伝えることができたが、中高年層の場合、理解に時間がかかり、また行動をする位置を間違える傾向があることがわかったため、行動する場所も補足して伝える必要がある。

風呂敷を題材とした作品では、風呂敷による「包む」行為を画像認識技術と映像プロジェクションにより拡張し、包む工程によって変化する動く絵柄（金魚）を実現した。風呂敷の状態検出の難しい点としては、包む過程で布が複雑に変形したり、布同士や、手と布の隠蔽が頻繁に発生することが挙げられる。本手法では、風呂敷の色面積と位置を計測して、形状の状態遷移モデルを参照することで、安定で高速な状態認識を実現した。利用者が風呂敷の包み方を表示したピクトグラムに沿って、風呂敷を包んでいくと、金魚が反応することで、利用者の興味を惹きつけるとともに包む行動を意識させる。これにより物を包んで保護することや結び方や折り方を変えることで様々な物を包むことができることを利用者に知ってもらい、風呂敷の包む行動や物に関する価値観を思い起こさせる。利用者のアンケートからあまり風呂敷を使わない人、使ったことがない人も興味を持って体験することができた。また単に興味を持ってもらうだけでなく、文化に価値を感じてもらった効果を確認できた。

和食を題材とした作品では、食事だけでは、味、食材と食器、盛り付けの情報に限られ、ユネスコに評価された自然の尊重という日本人の精神を体現した食に関する社会的習慣を十分に知ること、体験することは難しい。そのため、ユーザーの食事の進行を認識して、テーブル上に提示する内容を制御することで、和食文化の理解を体験的に深めることができるテーブル型拡張現実システムを制作した。このシステムでは利用者の自由なタイミングによる食事を妨げないことが重要となるとともに、料理に合った焼き物などの食器を使うことも文化的体験の一部となるため、センサを取り付けるなど環境を物理的に加工しないことが望ましい。本手法では、皿の上の料理の色面積の変化を抽出して、食べ進めた量を判定するとともに、状態遷移モデルにより微小な面積変化による後戻りや振動などを抑制した。これにより、魚料理を食べているタイミングで、魚料理の献立や魚の調理法や調理器具との関連など文化的な情報について表示されるなど、食に関する知識や、四季との関わり、生産者などの社会との関わりなどを伝えることを可能にした。

本システムにより、通常は無意識的に行われている食事体験の過程で、利用者に自然や季節が和食を支えていて、それらは伝統行事にも影響していることを伝えることができた。さらに体験後の追跡調査も行い、食事という行為を見直し、自然のありがたみなど和食を再認識する効果も確認できた。

これらの評価用プロトタイプを利用して、一般公開による不特定の利用者も含む実験において、体験行動の結果が即座に反映されることで、次の行動への興味が喚起されるとともに、自発的に試行錯誤しながら体験を進める様子が見られた。また、風呂敷においては、リサイクルなどの環境問題や、贈る気持などの対人関係、和食であれば水の美しさの重要性など、知識として提示した内容を超えて、無形文化を構成する考え方や生活習慣、作法などについて能動的に考える様子も伺われた。また和食においては、2週間後の追跡調査においても、普段の生活の中でも季節感や食事の盛り付けに気を付けたり、自発的に調べるなど日常生活における行動変容も見られた。

本システムの枠組みは、様々な国の食文化や、着物、日用工芸品、子供の遊び、畳や庭園などの空間構成を持つ無形文化の伝達に、発展的に活用できると考えられる。

8.2 文化体験の環境や素材の活用

文化体験の環境や素材の活用については、4章の参拝文化を伝えるシステムで神社や日本文化に関連のある絵巻を取り入れ、絵巻に映像を投影した。絵巻に投影する手水の作法は、動きが重要であるため、余分な情報は省きつつ、絵巻に適したデザインにするために墨をイメージした黒い手書きの線でアニメーションを制作した。

6章の風呂敷の包み方を体験できるシステムでは、金魚すくいや季語として日本文化に関連している金魚を取り入れた。映像投影面は和紙や胡粉、雲母などデジタル表現ではできない表情を持つ素材を使って制作した。絵巻や金魚については、アンケートや意見でプラスに作用していることがわかった。

7章の和食のシステムでは、食器を映像投影と日本文化に適したものとして、陶器や木製の食器を選択し、卓上には日本の四季の自然環境を投影した。風呂敷のシステムの金魚や和食のシステムの自然環境や動物は、一般的な表現のものを使用した。水墨画や浮世絵のような表現にすればより日本的なイメージを感じさせることができる。

8.3 体験行動と連動した視覚表現の提示

アイコンに手をかざして映像を切り替える行動は、利用者の骨格の中で右手や左手の位置座標がわかれば、どのような動作をしているのか認識することができる。特定の場所にオブジェクトを置くことを認識するときは、カスケード分類器と利用者の骨格の位置座標を併用する。利用者はオブジェクトを手に持ち所定の場所に置くため、骨格の中で右手か左手がオブジェクトを置くべき場所の空間座標に入り、カスケード分類器がオブジェクトを認識しているときに、利用者がオブジェクトを所定の位置に置いたことになる。

またテーブル型拡張現実プラットフォームにおいては、利用者の行動によって卓上に投影した映像を変化させるために、風呂敷を畳んだり、食事するなどの複雑な状態変化をリアルタイムで検出する必要がある。ところが風呂敷の変形は非剛体で複雑な形状変化を行うとともに、畳む手の動作も複雑である。また、和食でも料理は複雑な構成を持ち、食べ進める順序も自由である。そのため、対象物の色の面積変化や位置などの安定な特徴を利用した。

風呂敷を畳むプロセスや、料理を食べ進めるプロセスを表現するためにFMS（状態遷移モデル）を利用して、現在どの状態にあるかを判定して、知識や映像の種類や表示のタイミングを制御した。

8.4 文化体験を妨害しないこと

本研究では対象とする無形文化をできるだけそのままの状態体験して貰いたいため、文化を体験する過程での行動や、体験の内容はできる限り変更しないことを考えた。4章の参拝文化を伝えるシステムでは、景観を大事にしているという関係者の意見もあり、手水舎や拝殿など作法をする場所でのシステムの設置は控え、境内の展示施設に展示した。体験行動と連動した視覚表現の提示を重視するのであれば、手水の作法は作法をいくつかの工程に分割し、最初の工程を完了したら、次の工程をアニメーションで見せることが考えられる。拝殿の作法も例えば二拝した行動を認識したら二拍手の動作を表示する。

風呂敷と和食のシステムでは、本来の文化体験である風呂敷で物を包むこと、料理を食べることを自然にできるようにするために、風呂敷や食器にセンサーなどを着けず、カメラ画像から状態の変化を確認するようにした。

8.5 本研究の貢献

- 1) 日常的な無形文化を体験させる身体的インタラクション技術の実現

本研究では、複雑に変化する非剛体物体や量的変化を行う体験対象との身体的なインタラクションを認識して、映像や知識の提示を行うシステムを実現した。特にテーブル上での両手を使った対象の体験状況を認識して、体験している内容やタイミングと連動した即時的な情報提示を可能にした。

2) ピクトグラムによる行動伝達手法の実現

風呂敷の包み方など専門性のある行動を伝えるためのピクトグラムを実現した。本手法は、風呂敷の包み方などの文化的体験のみでなく、積み木を利用したMRシステムや、民話を主体的に体験できるVRシステムなど様々なインタラクティブシステムに利用することができる。

3) 神社、風呂敷、和食の具体的な適用事例の制作と評価

実際の文化体験として参拝、風呂敷、和食を扱い、神社のような空間に独自性がある場合は、行動をする場所が重要であるため、景観に配慮し、文化的行動を入力に使うことは控え、文化体験をサポートする形で情報をわかりやすく伝えることを重視した。境内で祭神や作法の情報を取得することにより、手水や拝殿など作法を行うべき場所で取得した情報をすぐに活用できる流れを作った。風呂敷や和食は場所に限定されず、包む行動や食べることが文化に含まれているため、包む行動や食べることを活用して映像表現と結びつけた。その際に行動は、カメラ映像から認識し、風呂敷や食器に手を加えないようにした。

デザイン要件に基づいたシステムにより、伝統文化を阻害することなく利用者が興味を持って、知識を取得し、文化について価値を感じさせることができた。また体験のための行動伝達では、ピクトグラムを取り入れ、風呂敷の包み方はわかりやすく伝えることができたと考えられる。

8.6 今後の課題

8.6.1 さまざまな無形文化の伝達への活用

本研究で扱った文化以外にも例えばお茶や他の国の料理などにも応用することができる。日頃から飲む緑茶は急須で淹れ、飲むことを体験行動と連動した視覚表現に活用できる。茶道のような作法のあるものは行動を具体的に伝える必要があるため、ピクトグラムを活用する。例えば茶碗の正面を避けるために時計回りに二度回して茶を飲むが、この行動はオブジェクトを使った入力手法のため、茶碗を中心にした構図で制作する。

8.6.2 認識手法の改善

認識手法の観点からは課題がある。例えば本システムのデザイン要件や制作手法は、フランス料理や中華料理など他の国の料理でも応用できるが、現状の認識手法では、食器上にある食器の色ではない面積を計測して、料理の量を判定しているため、食器にある料理を全て食べてもソースなどが食器に残るような料理は、システムに取り入れることはできない。そのためカラー画像以外にも機械学習を用いたオブジェクト認識や重さの計測などの技術を取り入れる必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり，星野准一准教授には多くの助言をいただきました。また長田一馬氏には，風呂敷と和食のシステム制作に協力していただきました。本論文の審査では，副査である星野聖教授，宇津呂武仁教授，丸山勉教授，金森由博准教授には的確なご指摘を頂き，本論文をまとめるに至りました。厚く感謝を申し上げます。

また，所属研究室であるエンタテインメントコンピューティング研究室の学生には評価実験などにご協力いただきました。厚く感謝を申し上げます。

最後に本研究を進めるにあたり，ご協力くださいました皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1] アジア・ゲートウェイ戦略会議：「日本文化産業戦略」～文化産業を育む感性豊かな土壌の充実と戦略的な発信～，https://www.kantei.go.jp/jp/singi/asia/betten_2.pdf#search=%27文化産業戦略%27 (参照 2019-12-28)
- [2] 国土交通省：「多文化共生」とは，http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/souhatu/h18seika/04kitakantki/04_02honpen1.pdf (参照 2019-12-28)
- [3] 文化庁：文化遺産オンライン，<https://bunka.nii.ac.jp> (参照 2019-12-28)
- [4] 国立文化財機構：e 国宝，<http://www.emuseum.jp> (参照 2020-1-6)
- [5] 凸版印刷株式会社：トッパン VR・デジタルアーカイブ，<http://www.toppan-vr.jp/bunka/da/> (参照 2020-1-6)
- [6] 安藤真，斎藤友明：デジタルアーカイブとバーチャルリアリティ，情報処理，52(4・5)，498-505，2011
- [7] 曾根俊則：遺跡における VR/AR 技術利用の現状，遺跡整備・活用研究集会報告書，27-36，2016
- [8] David Střelák, Filip Škola, Fotis Liarokapis, Examining User Experiences in a Mobile Augmented Reality Tourist Guide. PETRA' 16 (2016), 1-8
- [9] ユネスコ・アジア文化センター：無形文化遺産の保存と振興，<https://www.accu.or.jp/jp/activity/culture/01-01a.html> (参照 2019-12-28)
- [10] N. Grammalidis et al., The i-Tresures Intangible Cultural Heritage dataset. MOCO'16 (2016), 1-8
- [11] 文化庁：工芸技術記録映画，<https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/hogofukyuu/kirokueiga/index.html> (参照 2020-1-6)
- [12] 池内克史，中澤篤志，小川原光一，高松淳，工藤俊亮，中岡慎一郎，白鳥貴亮：民俗芸能のデジタルアーカイブとロボットによる動作提示，日本バーチャルリアリティ学会誌，9(2)，14-19，2004
- [13] 八村広三郎，田中覚，西浦敬信，田中弘美：文化遺産の記憶と再現－「コト」のデジタルアーカイブの実現に向けて－，電子情報通信学会誌，99(4)，287-294，2016
- [14] 渡辺裕也，中山智博，辻合秀一：獅子頭の AR デジタルアーカイブ－富山の獅子頭の 3D データベース方法の構築－，情報処理学会インタラクション 2014，583-586，2014
- [15] 日本経済新聞：無形民俗文化財の伝統行事，20 県で 60 件休廃止，https://www.nikkei.com/article/DGXLASDG03H2D_T00C17A1000000/ (参照 2020-1-6)
- [16] 直原幹，藤井充晴，幸田隆，野村英幸：中学生剣道における礼法指導後の心理的特徴の変化と競技面への適応可能性，武道学研究，37(1)，21-30，2004
- [17] 土田裕美，青山妙子，山下房枝：地域の食育イベントに参加した子どもたちに見る家庭にお

- ける緑茶文化の継承の実態と体験活動プログラムの効果の検証, 日本食育学会誌, 8(4), 291-299, 2014
- [18] 桃原勇治, 中井孝幸: 文化財としての古民家の利活用を考える体験型デザインワークショップ手法の開発, 日本建築学会技術報告集, 22(50), 275-280, 2016
- [19] 東京国立博物館: 日本文化体験 日本のよろい!, https://www.tnm.jp/modules/r_event/index.php?controller=past_dtl&cid=5&id=10132 (参照 2020-1-3)
- [20] 体験博物館千葉県立房総のむら, <http://www2.chiba-muse.or.jp/www/MURA/contents/1522216163460/index.html> (参照 2020-1-3)
- [21] 長崎歴史文化博物館, <http://www.nmhc.jp> (参照 2020-1-3)
- [22] Chor-Kheng Lim, et al., Application AR in Field Experience Education: Development of Teaching Aids in Chinese Literature and Taoyuan Local Culture. ICETC 2018 (2018), 3-6
- [23] Doyun Park, et al., Designing an Immersive Tour Experience System for Cultural Tour Sites. CHI 2006 (2006), 1193-1198
- [24] 高槻市: インターネット歴史館 AR 高槻城, http://www.city.takatsuki.osaka.jp/rekishikanko/rekishi/rekishikan/shiroato/ar_takatsukijo/1435649672913.html (参照 2020-1-3)
- [25] 石川県: 金沢城 AR アプリ, <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/kyoiku/bunkazai/kanazawazyo/arkanazawazyo/arkanazawazyo.html> (参照 2020-1-3)
- [26] 八王子市: AR アプリで蘇る滝山城跡, <https://www.city.hachioji.tokyo.jp/kankobunka/008/p003233.html> (参照 2020-1-3)
- [27] Tetsuya Kakuta, et al., Development and Evaluation of Asuka-Kyo MR Contents with Fast Shading and Shadowing, Proc. Int. Society on Virtual Systems and MultiMedia 2008 (2008), 254-260
- [28] 大石岳史, 他: 複合現実感モビリティシステムの開発, 生産研究 203, 64(2), 81-86, 2016
- [29] David McGookin, Koray Tahiroglu, Tuomas Vaittinen, Mikko Kyto, Beatrice Monastero, Juan Carlos Vasquez, Exploring Seasonality in Mobile Cultural Heritage. CHI 2017 (2017), 6101-6105
- [30] Gabriela Avram, Laura Maye, Co-designing Encounters with Digital Cultural Heritage. DIS 2016 Companion (2016), 17-20
- [31] Christoph Bartneck, Jun Hu, Ben Salem, Razvan Cristescu, Matthias Rauterberg, Applying Virtual and Augmented Reality in Cultural Computing. The International Journal of Virtual Reality, 7(2), 11-18, 2008
- [32] Koichi Yoshino, Koichi Obata, Satoru Tokuhisa, FLIPPIN': Exploring a Paper-based Book UI Design in a Public Space. CHI 2017 (2017), 1508-1517
- [33] Reese Muntean, Alissa N. Antle, Brendan Matkin, Kate Hennessy, Susan Rowley Jordan

- Wilson, Designing Cultural Values into Interaction. CHI 2017 (2017), 6062-6074
- [34] Wei Ma, et al., Annotating Traditional Chinese Paintings for Immersive Virtual Exhibition. ACM Journal on Computing and Cultural Heritage, 5(2), 1-12, 2012
- [35] Andrea Bellucci, et al., A See-Through Display for Interactive Museum Showcases. ITS'15 (2015), 301-306
- [36] Isabel Pedersen, et al., More than Meets the Eye: The Benefits of Augmented Reality and Holographic Displays for Digital Cultural Heritage. ACM Journal on Computing and Cultural Heritage. 10(2), 1-15, 2017
- [37] 松村一男 (監修), Edward Burnett Tylor (原著): 原始文化, 国書刊行会 (2019)
- [38] 文化庁: 無形文化遺産, https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/mukei_bunka_isan/ (参照 2020-1-6)
- [39] Alex Opoku, The Role of Culture in a Sustainable Built Environment. Sustainable Operations Management, 37-52, 2015
- [40] Nancy Duxbury, M. Sharon Jeannotte, Culture and Sustainable Communities. Culture and Local Governance, 3(1-2), 1-10, 2011
- [41] 国土交通省: 持続可能な暮らし文化のために, <https://www.mlit.go.jp/common/000031810.pdf> (参照 2021-2-18)
- [42] 一般社団法人平和政策研究所: 持続可能な地域開発とコミュニティづくり, https://ippjapan.org/pdf/policy-report_02.pdf (参照 2021-2-18)
- [43] NPO 法人環境文明 21: 持続可能な社会形成に役立つ日本の伝統的知恵の発掘とその国際貢献のための研究第一次報告書, 三井物産環境基金 2005 年度助成研究, 1-107, 2017
- [44] 国土交通省: 国民意識調査, <https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h30/hakusho/r01/pdf/np101300.pdf> (参照 2021-2-18)
- [45] 東京都教育委員会: 伝統・文化教育に関する指導資料, https://www.kyoiku.metro.tokyo.lg.jp/school/document/tradition_and_culture/traditional_culture.html (参照 2021-2-18)
- [46] 国土交通白書, <https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h30/hakusho/r01/pdf/np101300.pdf> (参照 2021-2-18)
- [47] 横溝良一: 町づくりにおける寺院神社 - 意義 - 歴史的アピールを; http://www.chugainippoh.co.jp/ronbun/2017/0_210.html (参照 2018-10-28)
- [48] 松宮かおる, 及川清照: 大都市における寺社境内の防災的活用可能性に関する定量的考察, 歴史都市防災論文, 6, 251-256, 2012
- [49] 加納潤吉, 小野良平, 熊谷洋一: 目黒川沿川にみる氏子コミュニティの空間構成とその変容に関する研究, ランドスケープ研究, 65(5), 845-850, 2001
- [50] 佐々木和也, 清水裕子: ふろしき環境教育の提案と実践, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 32, 285-288, 2009

- [51] 株式会社明治：「和食」のポイント, <https://www.meiji.co.jp/meiji-shokuiku/japaneseculture/point/> (参照 2021-2-18)
- [52] 株式会社明治：行事と食事, <https://www.meiji.co.jp/meiji-shokuiku/japaneseculture/foodmeal/> (参照 2021-2-18)
- [53] 江原絢子：ユネスコ無形文化遺産に登録された和食文化とその保護と継承, 日本調理科学会誌, 48(4), 320-324, 2015
- [54] 公益社団法人日本印刷技術協会：ループルの「感性 kansei-Japan Design Exhibition-」に印刷が出展, https://www.jagat.or.jp/past_archives/content/view/239.html (参照 2021-2-18)
- [55] 経済産業省：感性価値創造活動の推進, https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/creative/kansei.html (参照 2021-2-18)
- [56] 文化庁：日本文化の海外発信, https://www.bunka.go.jp/koho_hodo_oshirase/international_dissemination/index.html (参照 2021-2-18)
- [57] 日本経済新聞：季節の伝統行事「回数減った」47%, <https://www.nikkei.com/article/DGKDZO67646440S4A300C1KB2000/> (参照 2020-1-6)
- [58] 太宰府天満宮：太宰府天満宮アートプログラム, <http://www.dazaifutenmangu.or.jp/art/program> (参照 2020-1-6)
- [59] 一般社団法人全国寺社観光協会：寺社と映像のコラボが話題！進化するプロジェクションマッピング, <http://jisya-now.com/?p=556> (参照 2020-1-6)
- [60] 河野まゆ子：地域社会における神社・仏寺が目指す方向性, <https://www.tourism.jp/tourism-database/column/2016/01/shrine-temple/> (参照 2020-1-6)
- [61] 組版工学研究会編：欧文書体百花事典, 理想社 (2003)
- [62] 福永武彦 訳：現代語訳古事記, 河出書房新 (2003)
- [63] 戸部民夫：「日本の神様」がよくわかる本, PHP 研究所 (2004)
- [64] 心を伝える礼法, <http://bizacademy.nikkei.co.jp/career/interview/article.aspx?id=MMACc2000008022013&page=1> (参照 2020-1-6)
- [65] All About：神社の正しい参拝方法は？手洗い・手水のやり方、二拝二拍手一拝・二礼二拍手一礼の違いやマナー, <http://allabout.co.jp/gm/gc/220578/> (参照 2020-1-6)
- [66] まるで SF! 霧に映像を映し出すフォグスクリーン, <https://matome.naver.jp/odai/2135777595544241401> (参照 2020-1-6)
- [67] シアターハウス：リア透過フィルムクリアタイプ, https://theaterhouse.co.jp/p_rear/exp/cf/point.html (参照 2020-1-6)
- [68] 北山洋幸：OpenCV3 基本プログラミング, カットシステム (2016)
- [69] Eyal Krupka, et al., Toward Realistic Hands Gesture Interface: Keeping it Simple for Developers and Machines. ACM CHI 2017 (2017), 1887-1898

- [70] ManoMotion : MANOMOTION, <http://www.manomotion.com> (参照 2020-2-7)
- [71] Huidong Bai, et al., Free-hand Gesture Interfaces for an Augmented Exhibition Podium. OzCHI 2015 (2015), 182-186
- [72] 北神慎司, 他 : 診療科ピクトグラムの開発と評価, 日本デザイン学会, 60(4), 45-50, 2013
- [73] Sojung Kim, Trends in Olympic Pictograph Design: A comparative study using Olympic Games' Sports Symbols, PARSONS JOURNAL FOR INFORMATION MAPPING, 4(4), 1-12, 2012
- [74] Margaret I. Fitch, et al., The Fatigue Pictogram: Psychometric evaluation of a new clinical tool, CONJ・RCSIO, 21(4), 205-210, 2011
- [75] Nader Vossoughian, Otto Neurath: The Language of the Global Polis, Nai Uitgevers Pub, 1-174, 2011
- [76] Pere Tuset, et al., Messenger Visual: A pictogram-based IM service to improve communications among disabled people. NordiCHI 2010 (2010), 797-800
- [77] Susana Bautista, et al., AraTraductor: Text toPictogram Translation using Natural Language Processing Techniques. Interacción '17 (2017), 1-8
- [78] Yumiko Mori, et al., Patterns in Pictogram Communication. IWIC 2009 (2009), 277-280
- [79] 一般社団法人日本ボーサイン協会 : BoSign, <http://actgram.org> (参照 2020-2-7)
- [80] 大野森太郎, 他 : 動画表現を用いたピクトグラムにおけるデザイン指針の提案, 日本デザイン学会, 60(1), 95-102, 2013
- [81] 小川正幹, 他 : 公共メディアへのジェスチャ入力のためのユーザに対する操作指示手法, 情報処理学会, 56(1), 316-328, 2015
- [82] 大隈隆史, 他 : 科学ミュージアムガイドにおける三次元地図提示のための仮想視点制御と体験誘導コンテンツ提示の効果, 日本バーチャルリアリティ学会, 14(2), 213-222, 2009
- [83] facebook : Oculus Quest, https://www.oculus.com/quest/?locale=ja_JP (参照 2020-3-21)
- [84] 小林桂, 星野准一 : 神社における参拝文化を伝える拡張現実メディア, 日本バーチャルリアリティ学会, 24(2), 177-185, 2019
- [85] Kei Kobayashi, et al., FUROSHIKI: Augmented Reality Media That Conveys Japanese Traditional Culture. ACM SIGGRAPH VRCAI 2019 (2019), 1-5
- [86] 林文博 : 視覚シンボルの認知～ PIC シンボルの視知覚特性～, <http://pic-com.jp/PICsimbolno-shichikakutokusei.htm> (参照 2020-8-14)
- [87] 中野豊 : 改正 JIS Z 9101・JIS Z 9103 の概要及び解説 ; セイフティダイジェスト, 64, 14-20, 2018
- [88] 長田一馬, 他 : 積み木を利用した複合現実コンテンツにおける点群処理, 情報処理学会インタラクシオン 2020 論文集, 626-628, 2020

- [89] 小川時央, 小林桂, 星野准一: 民話体験を拡張する一人称 VR システム, 人文科学とコンピュータシンポジウムじんもんこん 2020, 247-252, 2020
- [90] Craig W. Reynolds, Flock, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model. ACM SIGGRAPH Computer Graphics, 21 (4), 25-34, 1987
- [91] Emotion Tech : チェーンストア顧客の声 (NPS) を大調査, <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000050.000021205.html> (参照 2020-9-4)
- [92] Margaret M. Bradley and Peter J. Lang, Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 25(1), 49-59, 1994
- [93] 久慈勝男: 改良型エモーション測定尺度「REM」のマーケティング分析への適用可能性, 消費者行動研究, 15(1・2), 57-76, 2009
- [94] 岩村暢子: 家庭の和食 - 今そこにある危機, <https://www.nippon.com/ja/currents/d00110/> (参照 2020-4-7)
- [95] 田舎館村: 田舎館村, <http://www.vill.inakadate.lg.jp> (参照 2020-4-7)
- [96] 農林水産省: 食文化継承のための活動, https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/wpaper/pdf/b_2_6.pdf (参照 2020-4-8)
- [97] Ajinomoto Foundation For Dietary Culture, <https://www.syokubunka.or.jp/english/> (参照 2020-1-6)
- [98] Kikkoman: Kikkoman Institute for International Food Culture, <https://www.kikkoman.co.jp/kiifc/english/index.html> (参照 2020-1-6)
- [99] Rohit Ashok Khot, et al., Future of Food in the Digital Realm. CHI EA '17 (2017), 1342-1345.
- [100] Miketsukuin Wakasa Obama Food Culture Museum, <http://www1.city.obama.fukui.jp/obm/mermaid/en/> (参照 2020-1-6)
- [101] Shizuoka Prefecture: Tea Museum, Shizuoka, https://tea-museum.jp/index_en.html (参照 2020-1-6)
- [102] Gelato Museum Carpigiani, <https://www.gelatomuseum.com/en/> (参照 2020-1-6)
- [103] MUSTARD MUSEUM, <https://mustardmuseum.com/visit-the-museum/> (参照 2020-1-6)
- [104] Ferran Altarriba Bertran, et al., Chasing Play Potentials in Food culture: Learning from traditions to Inspire Future Human-Food Interaction design. DIS '20 (2020), 979-991
- [105] Hilary Davis, et al., Fantastic(e)ating Food Futures: Reimagining Human Food Interaction. DIS' 20 (2020), 377-380
- [106] Markéta Dolejšová, Cindy Lin Kaiying, Squat & Grow: Designing Smart Human-Food Interactions in Singapore. SEACHI 2016 (2016), 24-27
- [107] Paul Laufer, et al., Mining cross-cultural relations from Wikipedia - A study of 31

- European food cultures. WebSci '15 (2015), 1-10
- [108] Kiyoharu Aizawa, Makoto Ogawa, FoodLog: Multimedia Tool for Healthcare Applications. IEEE Multimedia, 22(2), 4-8, 2015
- [109] 川淵聡, 堀孝光: スマートフォンを用いた「食」と「運動」の日常的記録による健康増進支援サービス, 情報処理, 52(11), 1390-1396, 2011
- [110] 白井大佑: 「ぱらぼぺった」「食」生活運動型ケータイゲーム (食ゲー), 情報処理, 52(11), 1388-1389, 2011
- [111] Foodgawker, <https://foodgawker.com> (参照 2020-1-6)
- [112] Mayumi Ueda, et al., Recipe Recommendation Method by Considering the User's Preference and Ingredient Quantity of Target Recipe. IMECS 2014 (2014), 1-5
- [113] Reiko Hamada, et al., Cooking navi: assistant for daily cooking in kitchen. MULTIMEDIA '05 (2005), 371-374
- [114] Amélie Cordier, et al., Taaable: A Case-Based System for Personalized Cooking. Successful Case-based Reasoning Applications-2, 121-162, 2013
- [115] Alan Chamberlain, Chloe Griffiths, Taste and Place: Design, HCI, Location and Food. CEA '13 (2013), 57-62
- [116] Jeongeun Lee, et al., Local Foodie: Experience Design of a Mobile Augmented Reality Application for Tourists to Encourage Local Food Consumption. AcademicMindtrek '20 (2020), 110-119
- [117] Kjartan Nordbo, et al., Virtual Food Court: A VR environment to Assess People's Food Choices. OzCHI '15 (2015), 69-72
- [118] Takumi Narumi, et al., Augmented reality flavors: gustatory display based on edible marker and cross-modal interaction. CHI '11 (2011), 93-102
- [119] Ochs, E. and Taylor, C, The "Father Knows Best" Dynamic in Dinnertime Narratives. Routledge. Women and language: Gender articulate; language and the socially constructed self, 97-120, 1995
- [120] 徳永弘子, 武川直樹, 木村敦: 3人の共食会話における会話構造分析 - 話者交替システムに基づくターン取得の特徴抽出 -, 電子情報通信学会技術研究報告, 111(60), 109-114, 2011
- [121] Yuichiro Otsuka, Tomoo Inoue, Designing a conversation support system in dining together based on the investigation of actual party. SMC 2012 (2012)
- [122] Robb Mitchell, et al., Really Eating Together: A Kinetic Table To Synchronise Social Dining Experiences. AH '15 (2015), 173-174.
- [123] Niels Henze, et al., Augmenting Food with Information. MUM '15 (2015), 258-266
- [124] TREE by NAKED: TREE by NAKED yoyogi park, <https://tree.naked.works/yoyogi/> (参照 2020-1-6)

- [125] SKULL MAPPING: Le Petit Chef, <https://skullmapping.com/project/le-petit-chef/> (参照 2020-1-6)
- [126] Andrew Juniper, *Wabi Sabi: The Japanese Art of Impermanence*. Tuttle Publishing, 2003
- [127] Koichi Higuchi: KH Coder, <https://kncoder.net/en/> (参照 2020-1-6)

論文リスト

査読付雑誌論文

- [1] 小林桂, 星野准一. 神社における参拝文化を伝える拡張現実メディア. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌. Vol.24 No.2, pp.177-185, 2019.

- [2] 小林桂, 長田一馬, 星野准一. 風呂敷文化を伝える拡張現実メディア. 日本デザイン学会論文誌. Vol.67 No.3, pp.65-74, 2021.

- [3] 小林桂, 星野准一. 体験型展示のためのピクトグラムによる行動伝達手法. 日本デザイン学会論文誌. Vol.67 No.4, pp.59-68, 2021.

査読付国際会議論文

- [1] Kei Kobayashi, Junichi Hoshino. Augmented Reality Media for Cultural Experience in Shrines. IFIP International Conference on Entertainment Computing (ICEC 2017), pp375-378, 2017.

- [2] Kei Kobayashi, Kazuma Nagata, Soh Masuko, Junichi Hoshino. FUROSHIKI: Augmented Reality Media That Conveys Japanese Traditional Culture. ACM SIGGRAPH VRCAI 2019, pp1-5, 2019.

- [3] Kei Kobayashi, Junichi Hoshino. Augmented Reality Media for Experiencing Worship Culture in Japanese Shrines. IFIP International Conference on Entertainment Computing (ICEC 2020), pp270-276, 2020.

- [4] Kei Kobayashi, Kazuma Nagata, Junichi Hoshino. Augmented Reality Media to Express the Experience of Japanese Food Culture. ACM SIGGRAPH Asia 2020, Art Gallery, pp1, 2020.

報告

査読付き国内発表

- [1] 長田一馬, 小林桂, 益子宗, 星野准一. 積み木を利用した複合現実コンテンツにおける点群処理. 情報処理学会インタラクション 2020 論文集, pp626-628, 2020.

- [2] 小川時央, 小林桂, 星野准一. 民話体験を拡張する一人称 VR システム. 人文科学とコンピュー

タシンポジウムじんもんこん 2020, pp247-252, 2020.

査読なし国内発表

- [1] 小林桂, 星野准一. 体験型展示における身体動作入力のためのピクトグラム. 研究報告エンタテイメントコンピューティング, 2019-EC-52, pp1-7, 2019.
- [2] 小林桂, 星野准一. 日本文化を伝える拡張現実メディアの概念設計. 研究報告人文科学とコンピュータ, 2020-CH-122, pp1-6, 2020.
- [3] 小林桂, 長田一馬, 星野准一. 和食文化を食事環境で伝える拡張現実メディア. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, 2020-HCI-189, pp1-8, 2020.
- [4] 小林桂, 長田一馬, 星野准一. 風呂敷文化を伝えるための卓上投影インタラクティブシステム. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, 2020-HCI-190, pp1-8, 2020.
- [5] 小林桂, 星野准一. 体験型展示のための行動伝達ピクトグラムとその実用例. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, 2020-HCI-191, pp1-8, 2021.