

## ナイトミュージアムに向けた操作説明不要な学習支援システムの開発

吉田 桃子<sup>†</sup> 清間 志音<sup>†</sup> 岡田 亘生<sup>†</sup> 菅田 康彦<sup>‡</sup> 廣瀬 誠<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 松江工業高等専門学校 〒690-8518 島根県松江市西生馬町 14-4

<sup>‡</sup> 奥出雲多根自然博物館 〒699-1434 島根県仁多郡奥出雲町佐白 236-1

E-mail: <sup>†</sup> j1739@gm.matsue-ct.jp

**あらまし** 博物館ではICTを活用した新しい展示手法の導入が期待されている。しかし、システムの導入には多額の費用がかかるものが多く、導入後の運用においても来館者への説明、システム運用マニュアルの学習等の職員の負担が増えるため、中小規模の博物館では費用対効果の面から導入に踏み切れない。そこで、来館者が簡単に操作でき、かつ、職員の負担も少ないプロジェクターカメラシステムによる博物館学習支援システムの開発・運用を試みた。簡単な操作の実現にはアフォーダンス理論による能動的な動作の誘発を利用し、同時に職員の負担軽減にも応用した。また、展示されているフロアの横面ではなく床面に投影することにより、改装費用などのコスト削減および意外性の演出を試みた。夜間のイベント（ナイトミュージアム）における利用において、職員に対するアンケートからシステム導入における負担軽減の評価を行った。

**キーワード** 博物館・プロジェクターカメラシステム・アフォーダンス・ナイトミュージアム

## Development of a Learning Support System for the Night Museum that Doesn't Require Explanations of System Operation

Momoko YOSHIDA<sup>†</sup> Shion SEIMA<sup>†</sup> Koki Okada<sup>†</sup>

Yasuhiko SUGATA<sup>‡</sup> and Makoto HIROSE<sup>†</sup>

<sup>†</sup> National Institute of Technology, Matsue College 14-4 Nishiikuma-cho, Matsue-shi, Shimane, 690-8518 Japan

<sup>‡</sup> Okuizumo Tane-museum 236-1 Sajiro Okuizumo-cho, Nita-gun, Shimane, 699-1434 Japan

E-mail: <sup>†</sup> j1739@gm.matsue-ct.jp

**Abstract** In museums, the introduction of new exhibition methods using ICT is expected. However, most of the systems require a large amount of money to be spent for their introduction, and the burden on the staff to explain the system to visitors and learn the system operation manual increases even after their introduction. Therefore, we attempted to develop and operate a museum learning support system using a projector-camera system that is easy for visitors to operate and less burdensome for staff. In order to achieve easy operation, we used the affordance theory to induce active behavior, and at the same time, we applied it to reduce the burden on the staff. In addition, we tried to reduce the cost of renovation and to create an unexpected effect by projecting on the floor instead of the side of the floor where the exhibits are displayed. The system was used during nighttime events (Night Museum), and from a questionnaire survey of the staff, we evaluated the reduction in the burden of introducing the system.

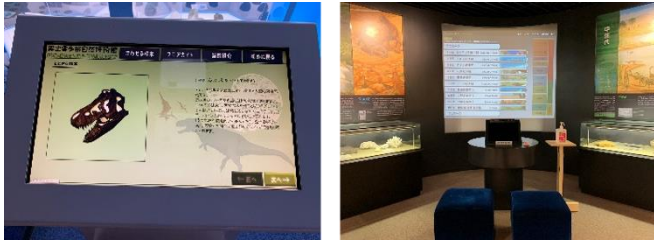
**Keyword** Museum, Projector-Camera System, Affordance, Night Museum

### 1. はじめに

博物館は、資料収集・保存、調査研究、展示、教育普及といった様々な活動を一体的に行う施設であり、実物資料を通じて人々の学習活動を支援する施設としても、重要な役割を果たしている。一方で、博物館が抱える課題として、博物館総合調査[1]では“自館の問題点”の問いに対して「外国人向けの対応が不十分」、「財政面の厳しい状況」、「資料・資料目録のデジタル

化が不十分」といった回答が上位に挙げられている。これらから、「言語を問わない」、「安価」、「資料のデジタル化」を取り入れた博物館学習支援システムの開発が求められる。島根県仁多郡奥出雲町にある奥出雲多根自然博物館[2](以下「多根自然博物館」と呼ぶ)では、前述の特徴を取り入れた博物館学習支援システムの導入に注力している。常設されているシステムは、タッチパネル等を用いて恐竜の情報や歴史などを学習する

ことができる(図1)。また、多根自然博物館の最大の特長は、宿泊施設が併設されているため、夜間のイベントが可能であり、宿泊客限定で夜間に館内を回る探検ツアー企画(ナイトミュージアム)を実施している。本研究ではこの企画におけるシステムの開発を目的とする。



(a)デジタル標本 (b)恐竜探索ゲーム  
図1 多根自然博物館の既存システム

多根自然博物館の職員は通常業務に加え、システムの運用をすることになる。この時、システム開発において必須事項が二点ある。

一点目は、システムの運用にあたり職員への教育コストがかからないことである。開発案として、HMD[3]やVR[4][5], AR[6]の導入を検討したが、職員への教育コストがかかることや、複数台準備した場合に機器導入費用が高額になる上、来館者が操作をする際に職員の操作説明が必要となるため、職員は常にシステムの傍にいないといけない。以上のことから、まず、システムを起動するのみで後は何もしなくてもよいコンテンツ(動画等、詳細は後述)の導入を試みる。これにより、職員への教育コストが抑えられ、システム導入費用も安価なものとなり、かつ、システム運用中に職員が常にシステムの傍にいる必要がなくなる。

二点目は、多根自然博物館への来館者が能動的に触れるシステムである。複雑な操作を取り入れたシステムの場合、来館者が触れるたびに職員に操作方法を聞くことになり、職員の負担が増える。また来館者には、幼い子供や外国の方がいるため、言語を用いた操作説明では読むことができずにシステムの操作がわからない欠点がある。そこで、アフォーダンス理論をシステムに導入し、来館者が能動的にシステム操作できる仕組みになることで職員の負担を軽減する。

本報では、上記二点をプロジェクターカメラシステムにより実現しその効果を報告する。

## 2.アフォーダンス理論

アフォーダンス(affordance)とは、環境が動物や人に対して与える「意味」や「価値」のことであり、アメリカの知覚心理学者ジェームズ・J・ギブソンによる造語[7]である。「与える、提供する」という意味の英語

afford から造られており、物が持つ形や色、材質などが、その物自体の扱い方を説明しているという考え方である。

机を考え方の例として挙げる。机に対して人が持つアフォーダンスを図2に示す。

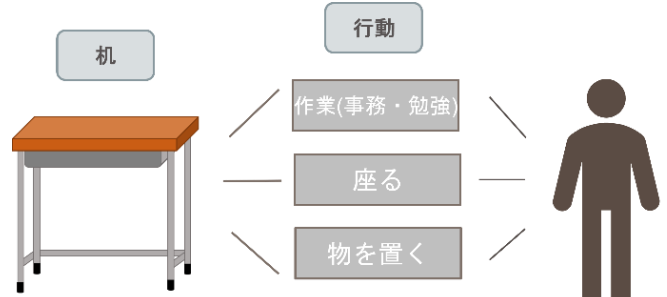


図2 机に対して人が持つアフォーダンスの例

机は本来座ることを目的としていないが、実際に座ることはある。その理由として、机の上に座る際に足が多少浮く丁度良い高さとなり、本来座ることを目的とした椅子と同じ状態になると考えるからである。よって、机に座ることができるという行動がアフォードされ、本来は座るものではないが、座ってしまう。この状態を、机と人の間にアフォーダンスが存在していると言う。

しかし、アフォーダンスは全ての行動が全ての人に存在するわけではない。上記の理由にある“丁度良い”というのは感覚であり個人差が生じる。例えば幼い子供の場合、机は座るのには机の脚が長すぎるため、“丁度良い”高さとは言えない。そのため、机に座るという行動は起きず、机と幼い子供の間にアフォーダンスは存在しないことになる。

よって、環境と動物・人の間には複数のアフォーダンスが存在しており、その中から人は特定のアフォーダンスをピックアップする事で行動をしている。

提案するシステムでは、行動を起こさせるものを、プロジェクター投影する映像へ利用することにより、来館者の能動的なアクションを引き出す。

## 3.提案システム

### 3.1.システム構成

システム構成を図3に示す。壁面に設置した単焦点プロジェクターから、床面にPCの画面を投影する(図3赤色点線)。床面に投影することにより従来の展示物の場所を変更する必要がなく改装費用等も不要である。また、床面投影は子供の視線と近いため、壁面投影よりも興味を持ちやすいことがわかっている[8]。

また、プロジェクターに向かって左手が展示室への入り口となっており、フロアに入っただけで来館者がシステムの前に立つ想定となっている。そして、プロ

ジェクターに向かって右手の天井に Web カメラを来館者方向に向けて設置し(図 3 水色実線)来館者の動きをとらえる。来館者の目線を図 4 に示す。

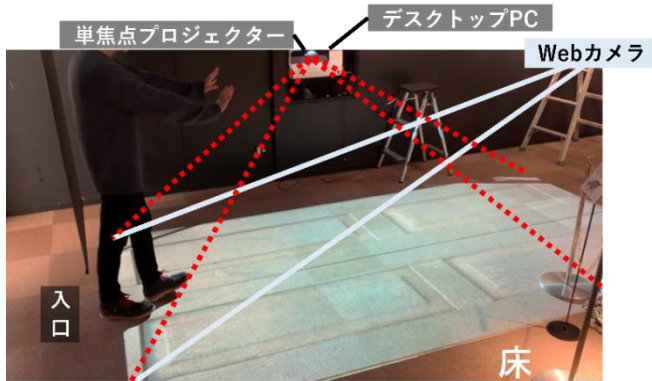


図 3 システム構成



図 4 来館者目線

### 3.2. システム概要

全体の流れを図 5 に示す。「アプリ開始トリガー」と「コンテンツ」から構成されている。「アプリ開始トリガー」にはアフォーダンス理論を組み込むためのドアを用いた(詳細は後述)。来館者は、投影されているドアの画面の前でドアを開ける動作をする。カメラが開ける動作を認識した後ドアが開く動画が再生され、「コンテンツ」が再生される。「コンテンツ」には二種類ある。一つは歩く・飛ぶなどの移動をする恐竜と、その恐竜の名前や解説、生息していた時代などを記載した恐竜の映像である。もう一つは、来館者の体の動きと映像内の恐竜が連動して移動や攻撃を行う身体動作連

動映像である。

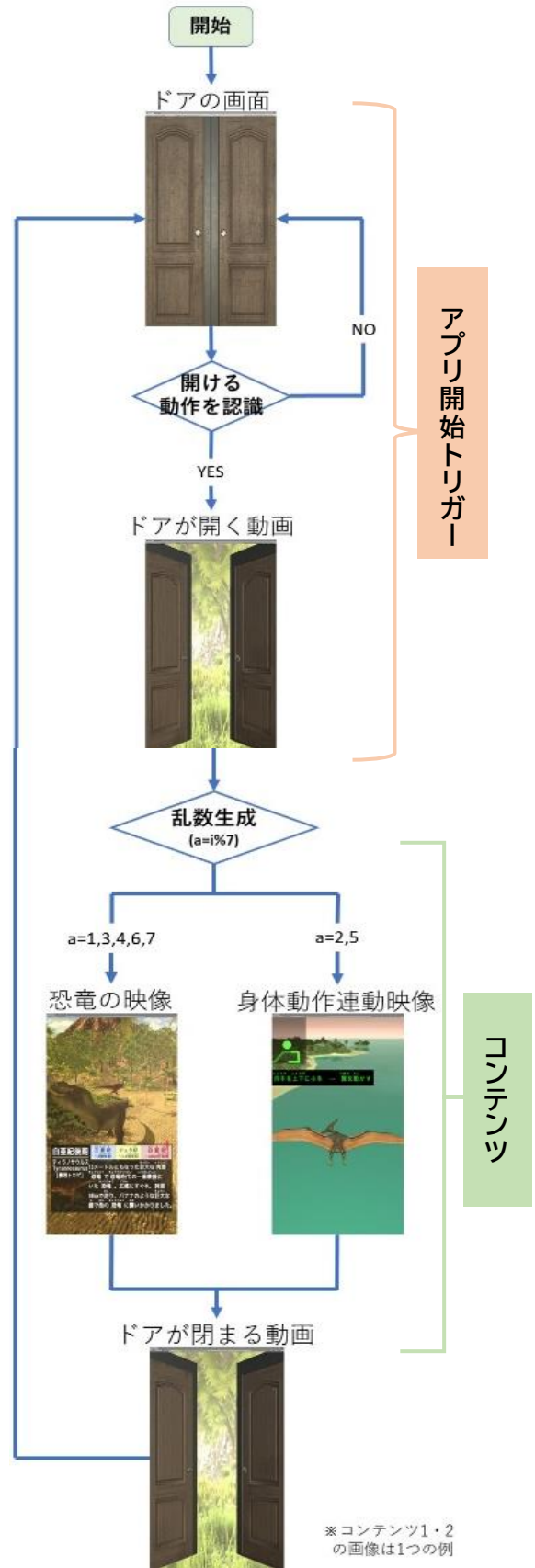


図 5 全体の流れ



「アプリ開始トリガー」と「身体動作連動映像」における人体推定には、カーネギーメロン大学が開発した OpenPose[9]を用いた。OpenPose は、人物の骨格を深層学習で推定し、画像や動画から三次元的に身体の動きを検出できる姿勢推定技術である。OpenPose は市販の Web カメラで動作するため、システムの運用にかかる費用を抑えることが可能となる。

また、本システムは、一度起動すると半永久的に動作する映像再生システムであるため、職員の手を煩わすことなくシステムの運用が可能となる。

### 3.3.コンテンツ

#### 3.3.1.恐竜の動画

本システムでは、アンキロサウルス・ティラノサウルス・プテラノドン・パラサウロロフス・スピノサウルスの計 5 種類の恐竜の映像を作成した。図 6 に恐竜の動画を示す。これらは、1 種あたり 70 秒あり、ランダムに再生される。動画中にはその恐竜がいた時代、生態の説明が表示され、実際の動きと同時に表示させることにより、名前と見た目を同時に学習させることを目的としている。



(a)アンキロサウルス (b)ティラノサウルス (c)プテラノドン



(d)パラサウロロフス (e)スピノサウルス

図 6 恐竜の動画

#### 3.3.2.身体動作連動映像

本システムでは、アンキロサウルスとプテラノドンの 2 種類について、OpenPose を用いて実際に動かせる

コンテンツを作成した。動画では視覚と聴覚だけの刺激であるが、身体動作と連動させることにより触覚の刺激が追加され、より記憶に定着する学習を目指した。アンキロサウルスおよびプテラノドンを動かしている様子を図 7(a)および(b), それぞれの操作方法を表 1 および 2 に示す。



(a)アンキロサウルス (b)プテラノドン

図 7 身体動作連動映像

表 1 来館者の動きとアンキロサウルスの動き・学習

人間の動き	右腕を横に振る	左腕を上を振る
恐竜の動き	方向転換	襲ってくる恐竜へ尻尾で反撃
学習の内容	恐竜の移動方法	恐竜の食物連鎖, 身を守るための行動

表 2 来館者の動きとプテラノドンの動き・学習

人間の動き	両腕を上昇	両腕を下降
恐竜の動き	空中での滑空	水中の魚の捕獲
学習の内容	翼竜の移動方法	翼竜の移動方法, 食性, 狩りの方法

#### 3.4.アフォーダンス理論の組み込み

本システムでは「アプリ開始トリガー」にアフォーダンス理論を組み込んだ。開始時にドアの画面を投影することにより、来館者とドアの間に「開く」というアフォーダンスを提示する。ドアは「開く」ことを来館者にアフォーダンスするため、この画面における操作に特別な事前学習が必要ない。よって、来館者への操作説明が不要となり、動画再生における職員への負担もかからない。

また、来館者のドアを「開く」動作をカメラが検知するまで、画面は遷移しないため、来館者が能動的にシステムに触れる仕組みとなっている。来館者が「開く」動作をすると、カメラが検知しドアが「開く」動画が再生される(図 8)。



(a)開始時



(b)開ける動作を認識

図 8 来館者の動作とドアの状態

## 4. システム評価

### 4.1.職員へのアンケート調査

多根自然博物館の夜間イベント（ナイトミュージアム）にて実運用し、職員へのアンケート調査を行った。アンケート項目は「運用のしやすさ」「安定した運用」「操作のしやすさ」「来館者への操作説明」であり、職員の回答の負担を考え今回は二択（はい・いいえ）とした。実際の質問内容を表 3 に示す。被験者は多根自然博物館の職員 3 名である。

表 3 職員へのアンケート内容

No.	質問内容
1	システムの運用は簡単でしたか？
2	安定して運用できますか？
3	操作は簡単でしたか？
4	来館者の方へコンテンツの操作を説明することなく楽しんでいただけましたか？

### 4.2.アンケート結果

アンケート結果を表 4 に示す。すべての項目において「はい」の結果を得ることができた。特にプロジェクターの電源とコンピュータの電源の ON/OFF のみでシステムが稼働、停止することから、夜間イベント（ナイトミュージアム）中、このシステム以外のところの業務や宿泊業務に注力できる点が高評価であった。また、1 年間運用を行い、稼働中に一度も停止しなかったことから安定性についても高評価を得た。また、床面へのプロジェクター投影は概ね好評であり、特に子供に対しては「興味を引く」という観点から有用性を示すことができた。なお、ドアの開閉のタイミングが取りづらい、ドアを前に何をしてよいかわからない等の来館者の声があり、ドアがアフォーダンスとして最適であるかを今後検討する必要がある。

表 4 アンケート結果

	職員 A	職員 B	職員 C
1.運用のしやすさ	はい	はい	はい
2.安定した運用	/	はい	はい
3.操作のしやすさ	はい	はい	はい
4.来館者への操作説明	はい	/	はい

### 5.おわりに

本報では ICT を活用した学習支援システムにおいて、操作説明を必要としないシステムの開発・運用に焦点を当て、プロジェクターカメラシステムにアフォーダンス理論を組み込んだ学習支援システムを開発した。アンケート調査および職員からの意見より、操作性、安定性について良好な結果を得ることができた。

今回は職員の負担軽減のための評価のみであったが、来館者に対するアンケート調査を行い、学習支援としての有用性について今後検討したい。また、来館者にアフォードするトリガーはドア以外にも無数に考えられるため、年齢、人種、性別などに捉われないトリガーを検討し汎用性を高めたい。

### 文 献

- [1] 日本博物館協会, “令和元年度 日本の博物館総合調査報告書”, p.198, 2020.
- [2] 奥出雲多根自然博物館, “奥出雲多根自然博物館”, <http://tanemuseum.jp/> (2022 年 2 月)
- [3] 三菱地所株式会社, “事例紹介”, 大恐竜展 in 丸の内 2013.  
[https://www.ludens.be/works\\_archive/2013/10.html](https://www.ludens.be/works_archive/2013/10.html) (2022 年 2 月)

- [4] 国立科学博物館, ”ディノ・ネット デジタル恐竜展示室”, <https://dino-net.jp/> (2022年2月)
- [5] 福井県立大学恐竜学研究所, ”福井バーチャル恐竜展”, <https://idr-fpu.jimdofree.com/福井バーチャル恐竜展/> (2022年2月)
- [6] 福井県交流まちづくり課, ”AR 恐竜王国福井”, <http://www.dinovr.com/> (2022年2月)
- [7] James・J・Gibson, “The Senses Considered as Perceptual Systems”, Praeger Pub Text, 1983.
- [8] Kodai Moriya, Takaya Iio, Yukiya Shingai, Tomoharu Morita, Fusako Kusunoki, Shigenori Inagaki, Hiroshi Mizoguchi, “Playing with Invisible Animals: An Interactive System of Floor-projected Footprints to Encourage Children’s Imagination”, International Journal of Child-Computer Interaction, Oct, 2021.
- [9] Cao, Hidalgo, Simon, Wei, Sheikh et al, ”OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields”, Computer Vision and Pattern Recognition, pp.1-16, 2018.