

歴史的住宅内部の調度品を利用した インタラクティブプロジェクションマッピングの試み

水野 慎士¹ 小栗 真弥² 小栗 宏次³ 安田 孝美²

概要: 日本には全国各地に城郭, 神社仏閣, 古民家など, 古い時代に建てられた建造物が各地に残っており, これらを歴史的資源として後世に残すために様々な方法で活用していく必要がある. その活用例の一つとして, 著者らは歴史的住宅の様々な場所を利用したインタラクティブプロジェクションマッピングを行っている. 本稿では, 歴史的住宅内部に備わっている障子, 床の間, 掛け軸, 畳床などの調度品を利用したプロジェクションマッピングを制作したので紹介する. そして, 制作したプロジェクションマッピングを用いてお茶会を演出して参加者を楽しませた.

キーワード: 歴史的住宅, プロジェクションマッピング, 調度品, CG, インタラクション

An Experiment of Interactive Projection Mapping using Furniture inside a Historical House

SHINJI MIZUNO¹ SHINYA OGURI² KOJI OGURI³ TAKAMI YASUDA²

Abstract: Buildings built in old age, such as castles, shrines and temples, old houses, etc. are left in various places in Japan, and it is necessary to utilize these in various ways in order to leave them as historical resources in later generations. As one example of its application, the authors have created interactive projection mapping using various places in historic houses. In this paper, we introduce projection mapping using furniture such as shoji, a floor to toe, a hanging scroll, a tatami floor, etc. inside the historical house. We directed the tea ceremony using the produced projection mapping and entertained the participants.

Keywords: historical house, projection mapping, furniture, CG, interaction

1. はじめに

日本には全国各地に城郭, 神社仏閣, 古民家など, 古い時代に建てられた建造物が各地に残っている. これらは歴史的文化的な資源であり, 後世に残すことは非常に重要である. 歴史的な建造物を整備保存するためには様々な形で建造物を活用していく必要がある. その中でも国宝や重要文化財などに指定されている一部の建造物を除き, そのま

ま観光資源として活用することは困難であるため, 現代的実用的な活用を模索したり, 付加価値を追加して観光資源としての魅力を増強するなどの活動が行われている. そして, 蔵をカフェなどにして活用するプロジェクト [1] や, 古民家をレストラン, 工房, オフィス, 宿泊施設などとして活用する活動 [2], などが報告されている.

そのような中, 特に歴史的建造物をエンタテインメント分野で活用する方法として, プロジェクションマッピングが注目を集めている. そして, 東京駅 [3], 大阪城 [4], 京都国立博物館 [5] などで大規模なプロジェクションマッピングが行われて多くの人々を魅了してきた. プロジェクションマッピングは建造物自体に手を加える必要がないため, 歴史的建造物をそのまま活用する事例としても有効である.

¹ 愛知工業大学情報科学部
Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology
² 名古屋大学大学院情報学研究科
Graduate School of Informatics, Nagoya University
³ 愛知県立大学情報科学部
School of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University



図 1 小栗家住宅主屋



図 2 茶室プロジェクションマッピングに使用した茶室

そして、著者らも歴史的建造物を用いたプロジェクションマッピングを行ってきた [6]。ここで対象となる建造物は愛知県半田市にある「小栗家住宅」であり、他の多くのプロジェクションマッピングの対象と比較すると規模が小さな住宅であった。そこで、日本の伝統的な住宅の特徴である障子に着目するとともに、建物本体が身近な距離にあるという小規模住宅の特徴を活かすため、障子を用いたインタラクティブなプロジェクションマッピングを提案して展示イベントを実施した。イベントには 200 人以上の人々が訪れて、歴史的住宅の障子に投影された映像および映像とのインタラクションは非常に好評であった。

そこで、本稿では小栗家住宅を対象としたプロジェクションマッピングの第 2 弾として、住宅内部の調度品を利用したプロジェクションマッピングを制作したので報告する。ここで、住宅内部の調度品は障子、床の間、掛け軸、畳床などである。1 つの作品は住宅内の茶室を活用したもので、掛け軸、床の間、障子に映像を投影する。もう 1 つの作品は住宅内の座敷を利用したもので、畳床と床の間に映像を投影する。そして、これらのプロジェクションマッピングをお茶会で披露することを想定して映像を制作するとともに、制作作品で演出するお茶会を開催した。

2. 作品概要

2.1 小栗家住宅について

小栗家住宅は愛知県半田市にある歴史的建造物である。明治時代初期に建築された店舗兼町家で、主屋、書院、蔵など複数の建造物で構成されている。主要な 8 件の建造物は国の登録有形文化財に登録されている。そして、この建造物は現在も住宅として実際に使用されている。図 1 に小栗家住宅主屋の正面外観を示す。

住宅内の大部分は建築当時の状態で保持されている。そこで、本稿では住宅内にある茶室と大きな座敷を対象として、2 種類のプロジェクションマッピングを制作した。

2.2 茶室プロジェクションマッピング

2.2.1 茶室について

1 つめの作品は、茶室のプロジェクションマッピングである。使用した茶室は約 12 畳の広さで、お茶席に必要な炬

と 2 畳の床の間がある。床の間正面には高さが約 1.8m、幅が約 1m の掛け軸が掛けてあり、側面には高さが約 80cm、幅が約 1m の障子が埋め込まれている。また、床の間に並んで 2 枚の障子が埋め込まれている。図 2 に使用した茶室を示す。

お茶会において、掛け軸はそのお茶席の主題や思いを示す重要な要素である。そこで、このコンテンツでは特に掛け軸に着目しており、日本伝統文化と最新デジタル技術を融合した日本発の新しい芸術の提案という思いを込めたお茶席を想定している。

2.2.2 作品について

茶室プロジェクションマッピングでは、床の間の掛け軸が掛かる壁面(床の間掛け軸側面)、および障子が埋め込まれた壁面(床の間障子側面)、そして床の間に並ぶ障子面(障子面)、の合わせて 3 面に映像を投影する。

図 3 に作品の流れを示す。始めに、床の間障子側面と障子面にすすきが風になびく映像が映し出される。このとき、投影される面は土壁の部分と障子の部分があるが、土壁に投影される映像はカラーの写実的表現で、障子に投影されている映像は影絵のような表現になっている(図 3(a))。

次に、床の間掛け軸側面の掛け軸に 2 つのスポットライトが当てられる(図 3(b))。掛け軸には 10 種類ほどの虫や爬虫類などが描かれており、2 つのスポットライトはそれぞれ、トノサマバツタとヤモリを照らしている。そして突然、トノサマバツタとヤモリが掛け軸の中から飛び出して、トノサマバツタは跳び回り、ヤモリは歩き回り始める。スポットライトは動き回る 2 匹を追い続ける(図 3(c))。

2 匹は動き回りながら、やがて床の間障子側面にも移動する。面間の移動はシームレスに行われる。トノサマバツタはすすきの葉の上を次々と跳び移る。ヤモリは縦横無尽に動き回る。このとき、トノサマバツタ、ヤモリのどちらも、土壁上を動くときには掛け軸に描かれた状態であるが、障子上に移動するとすすきと同様に影絵のような表現となる(図 3(d))。そして、トノサマバツタとヤモリは障子面にも移動して動き回る(図 3(e))。

トノサマバツタとヤモリは、床の間掛け軸側面、床の間障子側面、障子面をしばらく動き回ったあと、やがて掛け軸で元々描かれた位置に戻る。そして、スポットライトが

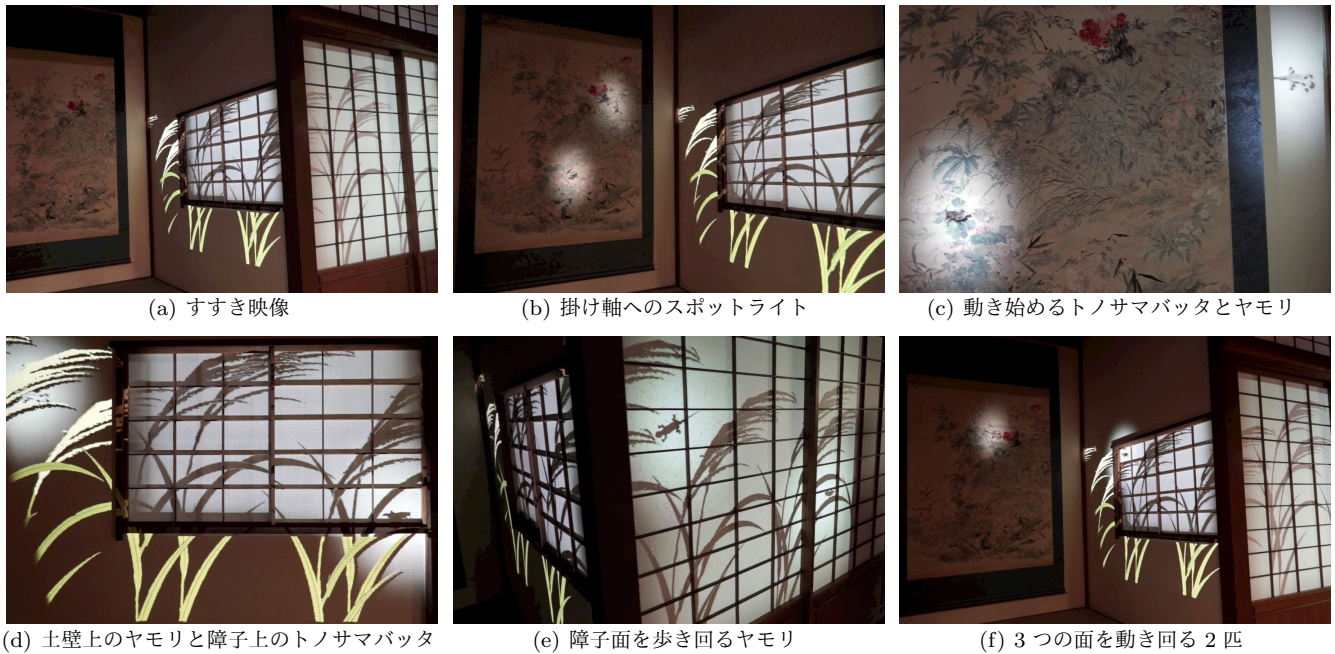


図3 茶室プロジェクションマッピング

消えて掛け軸は元の状態に戻る。最後にすすきの映像も消えていく。

すすきが映し出される開始から、トノサマバツタとヤモリが動き回ったあとに掛け軸に戻ってすべての映像が消えるまで、約10分間の作品となっている。

2.3 座敷プロジェクションマッピング

2.3.1 座敷について

2つめの作品は、座敷のプロジェクションマッピングである。使用した座敷は約20畳の広さで、約3畳の床の間がある。図4に使用した座敷を示す。

床の間には神棚が置かれており、お札が降ってきたという小栗家に伝わる逸話に関わるお札が納められている。そこで、ここでは神棚を神社社殿と見立てて、神社の境内で行われるお茶席をイメージすることとした。そして、床の間背面と座敷畳床に映像を投影することで、神社の境内を再現することを試みた。

2.3.2 作品について

座敷プロジェクションマッピングでは、床の間背面と座敷畳面に映像を投影する。図5に作品の写真を示す。



図4 座敷プロジェクションマッピングに使用した座敷

床の間背面のほぼ全面には、幅が約2.7m、高さが約1.8mの映像を投影する。床の間には神社社殿に見立てられる神棚が置かれており、背面に投影する映像は神社の境内をイメージする森の映像を用いている。そして、映像中では赤く染まった木の葉がひらひらと落ちてきている。

座敷の畳面には、幅が約3.3m、奥行きが約6.7mの映像を投影する。投影する映像は芝や石が並べられた上に赤く染まった木の葉がたくさん落ちているもので、神社境内の庭をイメージしている。

そして座敷の中で人が歩くと、足元に落ちている木の葉が舞い上がる。それにより、人の歩みによって風が起きて、その風によって木の葉が舞い散るといふ、屋外のお茶席の雰囲気表現している。

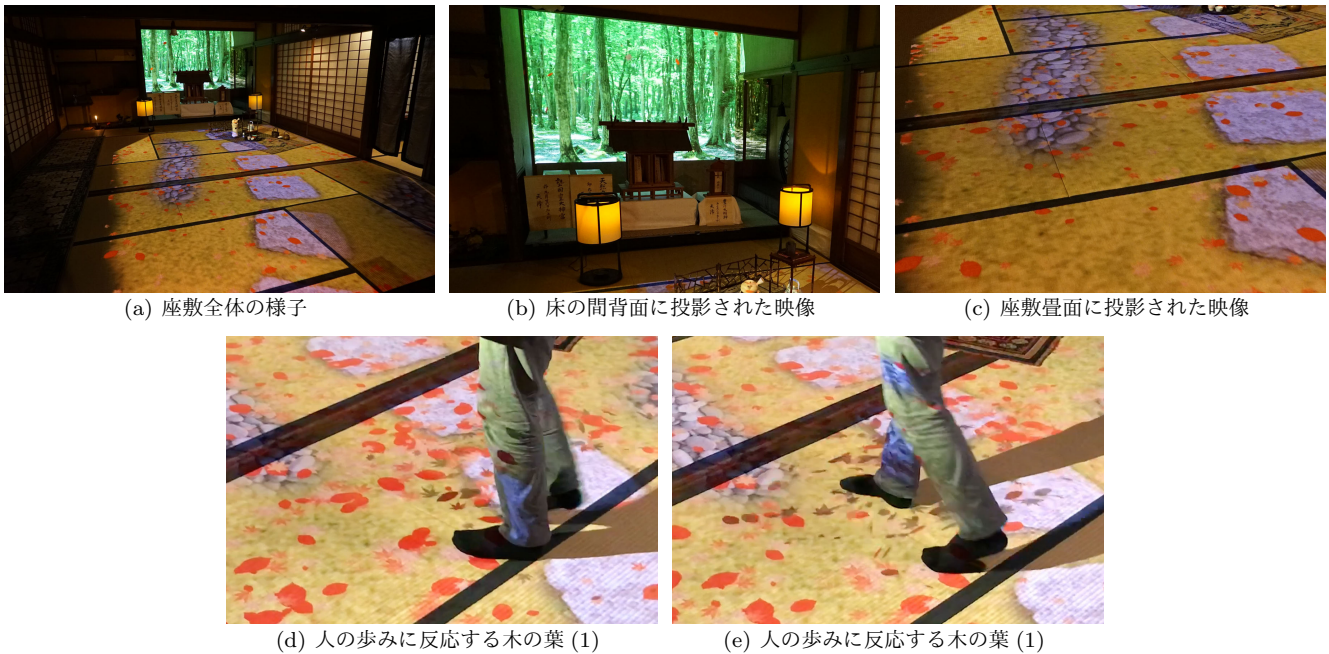
3. 2つのプロジェクションマッピングの実現手法

3.1 茶室プロジェクションマッピングの実現方法

3.1.1 使用機材

茶室プロジェクションマッピングは、1台のPCと3台の超短焦点プロジェクタを使用しており、床の間掛け軸側面、床の間障子側面、障子面の3面に映像を生成して投影している。

床の間の2面に映像を投影するため、床の間の畳を外した床面に超短焦点プロジェクタ2台を設置している。そして、その上に穴が開いた特注の畳を床の間に敷くことで、できる限りプロジェクタが目立たないように考慮している。障子面への映像投影は障子の裏に置いた超短焦点プロジェクタを用いている。図6に床の間へのプロジェクタ設置の様子を示す。



(a) 座敷全体の様子

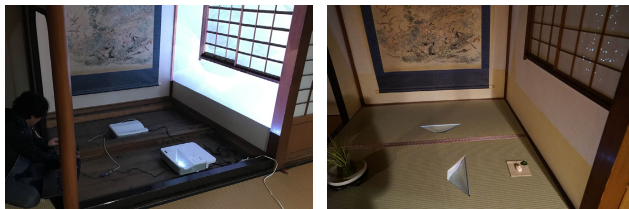
(b) 床の間背面に投影された映像

(c) 座敷畳面に投影された映像

(d) 人の歩みに反応する木の葉 (1)

(e) 人の歩みに反応する木の葉 (1)

図 5 座敷プロジェクションマッピング



(a) 床の間の畳の下に設置した超短焦点プロジェクタ

(b) 穴の開いた特注の畳

図 6 床の間へのプロジェクタ設置

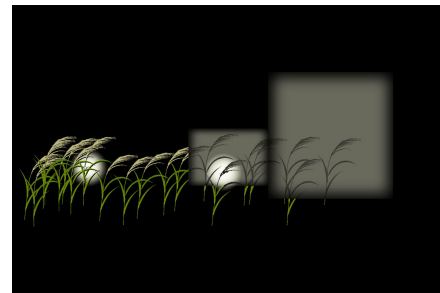
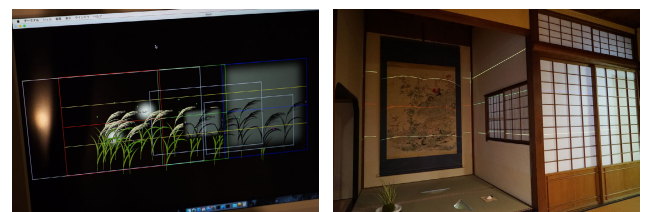


図 7 茶室プロジェクションマッピングの全体シーン

3.1.2 3台のプロジェクタ映像の生成と調整

茶室プロジェクションマッピングは OpenGL によるリアルタイム三次元 CG で実装している。始めに3つの投影面用の映像をすべて含む全体シーンに、すすき、トノサマバツタ、ヤモリの CG オブジェクトを配置して、それぞれをアニメーションさせる (図 7)。そして、各プロジェクタに個別の視点、画角、サイズ等を設定して、各設定で全体シーンを切り取ることで3枚の CG 映像を生成する。

トノサマバツタとヤモリは、床の間掛け軸側面、床の間障子側面、障子面の3つの面をシームレスに動き回る。そのため、各面への投影映像生成のために全体シーンを切り取る際に、切り取りの視点、画角、サイズ等を正しく調整する必要がある。ここで、3台のプロジェクタとそれぞれの投影面との距離は一定でなく、投影面のサイズやアスペクト比もすべて異なっている。また、使用するプロジェクタの解像度も異なっている。そこで、3台のプロジェクタにテスト映像を投影しながら、3つの投影映像の視点、画角、サイズ等をインタラクティブに変更できるシステムを開発した (図 8)。これにより、短時間で3つのプロジェクタ用映像を調整することが可能となった。



(a) 全体シーンの切り取り

(b) テスト映像の投影

図 8 プロジェクタ映像をインタラクティブに調整するシステム

3.1.3 CG モデルとアニメーション

すすきの CG モデルは写真を加工して生成した画像を用いている。すすきの下端を軸にして振り子運動をさせることで、風になびく様子を再現している。

トノサマバツタとヤモリの CG モデルはいずれも掛け軸に描かれた絵を加工して生成している。動きを再現する絵を複数枚生成して、テクスチャマッピング画像として切り替えながら使用することで、トノサマバツタが羽ばたきながら跳ぶ様子やヤモリが歩き回る様子のアニメーションを実現している。

トノサマバツタとヤモリの移動は、目的地への移動と新しい目的地のランダム設定を繰り返すことで、リアルタイ

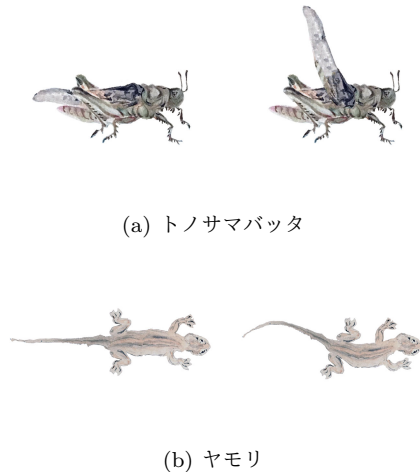


図 9 アニメーション用画像

ムで生成している。なお、トノサマバッタは目的地をすすきの葉の上にランダムで設定しており、現在の位置から目的に到達するための跳び出し速度を計算して、放物線運動に基づいて次の目的地に移動する。これにより、リアルなバッタの動きのアニメーションを再現している。

3.1.4 土壁上と障子上での投影映像の切り替え

2.2.2 節で述べたように、土壁に投影される、すすき、トノサマバッタ、ヤモリの映像はカラーの写実的表現で、障子に投影されている映像は影絵のような表現になっている。この表現の切り替えをリアルタイム CG で表現するため、三次元 CG のデプスバッファの特性を利用している。

すすき、トノサマバッタ、ヤモリの CG モデルは、いずれも写実的カラー表現の背後に影絵風表現を重ねた構造になっている。そして、極めて透明度が高い平面を CG シーン中で障子上に投影される部分に配置する。このとき、すすき、トノサマバッタ、ヤモリの CG モデルよりも視点に近い位置に配置する。

そして、影絵風表現 CG モデル、障子用透明平面、写実的カラー表現 CG モデルの順に描画を行う。そのため、障子用透明平面が配置された部分では、先に描画する影絵風表現 CG モデルは影響を受けないが、後から描画する写実的カラー表現 CG モデルはデプスバッファによる陰面消去によって描画されることはない。この結果、すすき、トノサマバッタ、ヤモリがどのような位置や角度であっても、障子に重なる部分だけは適切に影絵風表現となる。

3.2 座敷プロジェクションマッピングの実現方法

3.2.1 使用機材

座敷プロジェクションマッピングは、1 台の PC と 2 台の超短焦点プロジェクタを使用しており、座敷畳面と床の間背面の 2 面に映像を生成して投影している。そして、人の検出用に Kinect を用いている。

座敷内では機材がなるべく目立たないように考慮している。図 10 に機材設置の様子を示す。座敷畳面に映像を投影



図 10 座敷プロジェクションマッピングでの機材設置

する超短焦点プロジェクタは、座敷と廊下を隔てる障子の裏に配置してある (図 10(a))。また、Kinect は座敷を照らすために床の間横に置く行灯の内部にセットしている (図 10(b))。床の間背面に映像を投影する超短焦点プロジェクタは神棚の奥に設置している。

3.2.2 実装方法

座敷で歩く人を検出するため、Kinect では深度画像の取得と人の関節点検出を行い、深度画像から関節点等に基づいて人領域を抽出する。そして、人領域の深度値に基づいて座敷内で歩く人の二次元座標を計算する。Kinect から見て人が重なっていないかぎり、同時に複数人の検出可能である。

投影映像は OpenGL で構築した三次元 CG シーンに基づいて生成する。座敷畳面に投影するために三次元シーンは畳面と同じサイズで構築してあり、シーン内には木の葉 CG モデルを散りばめている。そして、Kinect で検出した人の二次元座標付近に存在する木の葉 CG モデルに力を与えて、簡単な物理シミュレーションに基づいて木の葉 CG モデルを運動させる。これにより、人の動きに応じた木の葉とのインタラクションを実現している。

なお、床の間背面に投影する映像にはインタラクション要素は実装していない。

4. プロジェクションマッピングで演出するお茶会の実施

2017 年 11 月 18 日 (土)、19 日 (日) に小栗家住宅において、制作したプロジェクションマッピングを演出で用いるお茶会を開催した。お茶会には両日とも約 20 名ずつの招待客が参加した。参加者の大部分は 50 歳代以上で、地元で茶道を教える立場の人たちも参加した。図 11 にお茶会の様子を示す。

お茶室プロジェクションマッピングはさりげなく演出を始めたが、始めにすすきが投影されたときには「綺麗だ」「お茶席の雰囲気合っている」といった声が聞かれた。そして、掛け軸にスポットライトが当たってトノサマバッタとヤモリが掛け軸から抜け出して動き回り始めると、驚きの声が上がった。そして、特にヤモリについては「かわいい」といった声が聞かれた。

座敷プロジェクションマッピングについては、夜の神社



図 11 プロジェクションマッピングで演出したお茶会の様子

の境内でのお茶席，といった普段とは異なる雰囲気をとて楽しんでいただけた。お茶席が終わったあとも，座敷を歩きながら木の葉が舞い散るの様子を楽しんでいる参加者も見られた。

プロジェクションマッピングで演出したお茶会に対する参加者の評判は非常に高いものであった。茶道指導者からの評価も高く，否定的な意見は聞かれなかった。

5. まとめ

本稿では歴史的建造物をプロジェクションマッピングによって活用する事例の一つとして，歴史的住宅内部に備わっている障子，床の間，掛け軸，畳床などの調度品を利用したプロジェクションマッピングを制作した。そして，制作したプロジェクションマッピングを演出として利用したお茶会を実施した。コンテンツに対するお茶会の参加者の評判は非常に高く，茶道という日本の伝統的文化と最新デジタル技術の融合は今までにない新しい芸術を創造できる可能性を示したのではないかと考えている。

歴史的建造物を舞台にした日本伝統文化は花道，書道など他にも様々なものがあるため，これらとデジタル技術を融合しながら新たな歴史的建造物の活用方法を検討していくつもりである。

参考文献

- [1] 佐藤玲菜, 川崎興太: “歴史的建造物の保存と活用の実態に関する研究 – 山形市中心市街地周辺の事例研究 –”, 日本都市計画学会都市計画報告集, No. 15, pp. 367–373 (2017).
- [2] 一般社団法人 NOTE: “NIPPONIA”, 内閣官房歴史的資源を活用した観光まちづくり事業, <http://nipponiastay.jp/> (2016).
- [3] (株)NAKED: “TOKYO HIKARI VISION”, <http://naked-inc.com/works/383> (2012).
- [4] “大阪城 3D プロジェクションマッピング 2014-2015”,

- <https://www.youtube.com/watch?v=iXBAtx2YeWo> (2014).
- [5] 土佐尚子: “琳派 400 年記念プロジェクションマッピング 21 世紀の風神・雷神 伝説”, <http://www.tosa.media.kyoto-u.ac.jp/RIMPA400/> (2015)
 - [6] 水野慎士, 小栗真弥, 小栗宏次, 安田孝美: “歴史的住宅の障子を用いたインタラクティブプロジェクションマッピングの試み”, 情報処理学会研究報告デジタルコンテンツクリエーション (DCC), 2017-DCC-17(15), pp. 1-4 (2017).