

プロジェクションドア： 自動ドアを用いてクリエイターと通行者が建築物の印象を インタラクティブに変化させるシステム

有馬 俊^{1,a)} 瓜生 大輔^{1,b)} 佐藤 千尋^{1,c)} 陳 坤浩^{1,d)} 奥出 直人^{1,e)} 稲蔭 正彦^{1,f)} 籠谷 修^{2,g)}

概要：プロジェクションドアはスライド式自動ドアに画像を投影し、その画像をドアや通行者の動きに合わせてインタラクティブに変化させるシステムである。既存の商業施設の印象を操り、その価値を変化させることができる。プロジェクションドアは今までは静的だった建造物を既存の自動ドアシステムを利用することにより、容易に動的なものへと変化させるのである。

キーワード：建物，インタラクシオンデザイン，メディアファサード，自動ドア，デジタルグラウンド

Projection Doors: Creators and Pedestrians Interactively Alter Architecture with Automatic Sliding Doors

SHUN ARIMA^{1,a)} DAISUKE URIU^{1,b)} CHIHIRO SATO^{1,c)} TERENCE CHAN^{1,d)} NAOHITO OKUDE^{1,e)}
MASA INAKAGE^{1,f)} OSAMU KAGOTANI^{2,g)}

Abstract: Projection Doors is an interactive visualization system for automatic sliding doors, which alters the values of existing commercial architecture. Coordinated with the doors' movements, images projected on the door screen changes according to people's behaviors. Projection Doors easily turns static architecture into dynamic ones utilizing existing automatic door systems.

Keywords: Architecture, Interaction Design, Media Facades, Automatic Door, Digital Ground

1. はじめに

建築物は都市を構成する要素であり、環境と人々の日々の暮らし、両面に寄与する。一方で、新たなデジタルテクノロジーは、建築手段として、あるいは建築素材として、今までにない形の建築物の誕生に影響を与えている。それ

らは現代の都市景観を形づくるものである。ところが、都市の構成は、人々のライフスタイルの変化、経済の変化、場所の意味の変化により、時の経過と共に古いものとなる。デジタルテクノロジーは建築物そのものの意味や価値を変化させる要素として既存の物理的環境にのみ込まれるに違いない。[1]

本プロジェクトの目的は、インタラクティブ技術を利用して既存の商業施設の価値を上げることである。私たちは自動ドア—すなわちセンサーとドアの開閉を操るモーターユニットが既に組み込まれているインタラクティブ装置—を利用することに着目した。本論文で提案する「プロジェクションドア」は、日本の商業施設に多く設置されている自動ドアに「インタラクティブに変化する画像」を投影す

¹ 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Keio University Graduate School of Media Design

² ナブテスコ株式会社
Nabtesco Corporation

a) arima-shun@kmd.keio.ac.jp

b) uriu@kmd.keio.ac.jp

c) chihiro@kmd.keio.ac.jp

d) mukosocks@kmd.keio.ac.jp

e) okude@kmd.keio.ac.jp

f) inakage@kmd.keio.ac.jp

g) Osamu.Kagotani@nabtesco.com



図 1 プロジェクションドアの様々なコンテンツ
 Fig. 1 Various Contents of Projection Doors.

るシステムである。プロジェクションドアは主にプロジェクター、半透明スクリーン、自動ドアとオペレーション用のコンピューターを繋ぐ Bluetooth 接続装置、オペレーション用ソフトウェアによって構成されている。そのため建て替え等の必要がなく、容易に既存の自動ドアに導入することが可能となっている。

建物へ入る際に、私たちは自動ドアの便利さを経験している。しかし、その出来事はスムーズかつ日常茶飯事なため、注目されたり、認識されることはほとんどない[2]。多くの自動ドアはほとんど意識されない、それゆえに建物に入ることに特別な意味をもたらすことはない。プロジェクションドアはそのような経験を価値ある、楽しいものへと変容させる。プロジェクションドアにより、建物のオーナーはコンテンツを制作するクリエイターと共に建物への様々な装飾の方法を検討することができる。

技術的な特徴を見ると、プロジェクションドアはドアの開閉に合わせて画像を投影するのみである。ところが、このシンプルな機能であっても、通行者がドアを通り抜ける様を魅力的に彩ることができる。通行者が多い時には、投影された画像と音は忙しい人々の動きを反映した変化を見せ、対照的に、長時間通行者がいない場合、プロジェクションドアは穏やかな雰囲気を醸し出すことができる。プロジェクションドアが導入された空間に携わる全ての人(建物のオーナー、クリエイター、通行者、建物の使用者)がこの建物のもたらす経験と雰囲気を作り出すことができるのだ。

既存の自動ドア技術と私たちが今回開発したインタラクティブな画像投影システムの融合により、プロジェクションドアはクリエイターと通行者、両方に今までにない経験を与える。このシステムは要素技術としての新規性はないが、どれだけ古い商業施設であっても静的な場所から動的な場所へと変化させることができる。プロジェクションドアは都市環境に暮らす人々に大きなインパクトを与えうる。

2. 関連研究

インタラクティブなディスプレイを建物に組み込む試みは、「メディアファサード」と呼ばれる。メディアファサードを実現する方法としては LED ディスプレイやプロジェクターの利用が一般的だ。[3] メディアファサードは単なるデジタルディスプレイではなく、多数のユーザーとのイ

ンタラクティブな体験を可能にする [4]。これらはクリエイターが新しい形のコミュニケーションを探求する実験の場となり、文化的価値を建物に付加する。つまり、メディアファサードによってもたらされた現象は都市空間における人と場所との関係性とそこにテクノロジーメディアが介在していることを示すことになるだろう [5]。

一方、自動ドアについての研究としては機能性 [6] についてや、自動ドアの動作に影響される行人のリアクションなど [2] が報告されている。本研究はメディアファサードの事例の一つを提供すると共に場所と建築物の意味を変える試みである。その目的を実現するために、人々が建物に入る時に最初に出会う自動ドアに注目する。インタラクティブディスプレイが上手く作用すると、「Space」と「Place」の意味の違い、つまり、Space は人々の特定の行動を許容しないが、Place は様々なインタラクションを通して時間の経過と共に場の意味を増す、を如実に表すことができる [7]。以上を踏まえ、私たちの目標は既存の建築物をインタラクティブディスプレイによって Space—機能重視の空間—を、Place—特別な意味を持つ場所—へと、変化させることである。

3. システム

3.1 ハードウェア

プロジェクションドアは既に製品化されている既存の自動ドアのハードウェアを利用している。プロジェクションドアでは、ナブテスコ株式会社^{*1} から販売されている NABCO の自動ドアが必要となる。本プロジェクトは実際の現場にプロジェクションドアを導入し、今までにない経験を実現することが目的であるため、ハードウェアの新たな開発にはフォーカスを当てず、可能な限り既に安全が保障されている既存のものを利用することにした。

図 2 はプロジェクションドアのハードウェア構造のイラストである。プロジェクションドアには NABCO の自動ドア以外にスクリーン、プロジェクター、コンピューター、オーディオアンプ、スピーカー、そして Bluetooth 接続装置が必要となる。半透明スクリーン^{*2} はドアのガラス部分に貼付する。プロジェクションドアでは、ドアが閉じた

^{*1} NABCO の自動ドアはナブテスコ株式会社の製品。
<https://nabco.nabtesco.com/>

^{*2} スクリーンの例。“DILAD Screen”株式会社きもと。
http://www.kimoto.co.jp/products/image/d_screen.html

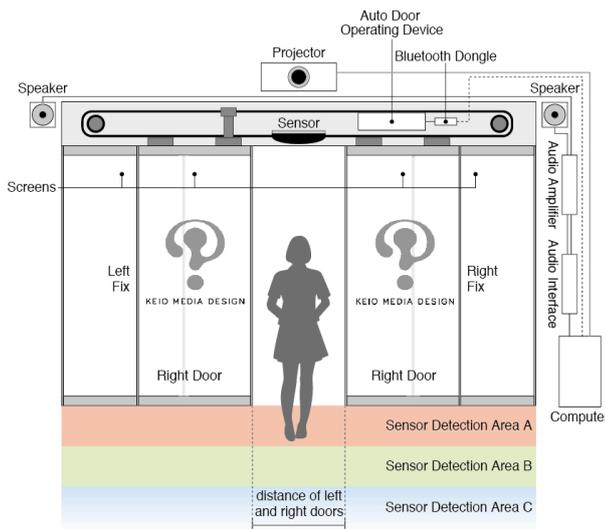


図 2 プロジェクションドアのハードウェア設計
 Fig. 2 Hardware Structure of Projection Door

時に左右両側にある戸袋部にも画像を投影するために半透明スクリーンを採用している。プロジェクターはドアの後方に設置する。もし、ドアが建物の入り口に設置されている場合は建物内部に設置する。コンピューターはプロジェクターとオーディオインターフェイスに接続し、ワイヤレスで Bluetooth 接続装置を介して自動ドアの制御デバイスと接続する。このデバイスはドアの位置情報（左と右のドアの距離）とセンサーエリアの情報（図 2）を検出し、これらの情報を Bluetooth 接続装置を通してコンピューターに送る。コンピューターではオペレーション用ソフトウェアによってドアの状況に応じた画像と音声を生成し、それらをプロジェクターとスピーカーで出力する。

3.2 ソフトウェア

私たちは様々なタイプのクリエイター（インタラクティブビジュアルプログラマー、映像作家、ウェブデザイナー、ゲームデザイナー等）がコンテンツを制作できるコンテンツ制作環境を開発している。現在、プロジェクションドア用のコンテンツを実際のプロのクリエイターと一緒に制作している。プロジェクションドアそのものはあくまでメディアであり、魅力的なコンテンツが求められる。様々なタイプのクリエイターによって様々なプロジェクションドアの経験が作られることにより、プロジェクションドアを導入した建築物は限りなく多様に変化することが可能となるだろう。

プロジェクションドアの全てのコンテンツは openFrameworks^{*3} 上の特別な開発環境で制作されている。その開発環境はドアの位置情報やセンサーからの情報をドアのハードウェアから受け取り、それらの情報をもとに画像が変化するようにになっている。もし、openFrameworks を扱える

*3 <http://openframeworks.jp/>

クリエイターならば、ドアからの情報を利用したコンテンツをコンピューター上のバーチャルシミュレーターで確認しながら作ることができる。もしプログラマーではないクリエイターならば少なくとも 4 パターンの映像クリップを制作し、それらの映像をドアの開閉パターンに組み込むだけで良い。私たちはプロジェクションドアをプログラマーに限らず、広い範囲のクリエイターに開放することにより、プロジェクションドアの更なる可能性を進展させていきたいと考えている。

4. コンテンツ例

図 3 は 2 人のクリエイター（映像作家とインタラクティブビジュアルプログラマー）によって制作された 4 つのコンテンツである。“Maitreya”(A)と“Mandala”(B)は手描きアニメーションを制作している映像作家によって制作された。Maitreya は色取り取りの六角形オブジェクトがドアを満たし、ドアが開閉するとそのオブジェクトの形が拡大し、激しく輝く。ドアの開閉に合わせて変化する音はまるで宇宙に居るかのような効果をもたらししている。Mandala は映された模様が、ドアが開閉する時に色の異なるパターンに変化する。Mandala を構成している全ての映像は同一時間で作られており、ドアの開閉状況が変化すると色違いの映像の同じ時間のポイントに移動する。そのため違和感のない映像の変化を味わうことができる。“Colorful Rounds”と“Logowave”はビジュアルプログラマーによって制作された。どちらのコンテンツも openFrameworks でプログラミングされ、コンテンツ内のオブジェクトはドアの動きに合わせて動作する。Colorful Rounds はドアが閉じている時、色取り取りの円がドア内を交差する。同時にオブジェクトの動きに合わせたプログラミングベースのシンセサイザー音が流れる。ドアが開くと、それらの円は効果的な音と共に画像の中に溶け込むように変化する。Logowave は小さな粒子と慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科(KMD)のロゴに満たされ、まるでドアが大きな容器であるかのように変化する。KMDのロゴはプログラミングによる物理演算により粒子の上に浮いている。通行者がドアを通ると容器のサイズが減少し、大きな波が来たかのように粒子達がジャンプする。KMDのロゴは会社の様々なロゴ等にも変更が可能となっており、このコンテンツは広告利用の可能性を持っている。

これらのコンテンツは私たちのコンテンツ開発環境を利用して制作されたものである。私たちはクリエイターの要求に合わせて追加の機能の洗い出しを行い、使いやすさを向上させていく予定である。そして、商業利用可能なソフトウェア環境の構築も進めている。次のステップとして、ゲームクリエイターや異なるプログラミング言語が得意なプログラマー等の幅広いタイプのクリエイターにプロジェクションドアのコンテンツを制作してもらう予定である。

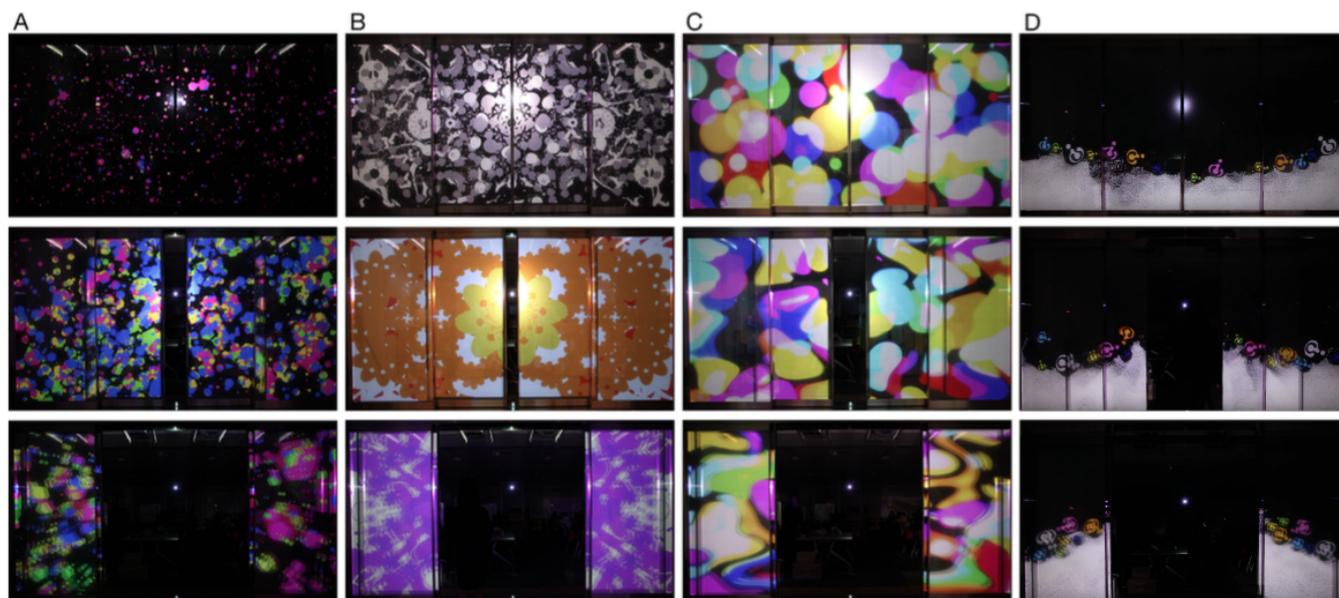


図 3 A: “Maitreya” 早川貴泰作 . B: “Mandala” 早川貴泰作 .
C: “Colorful Rounds” 田所淳作 . D: “Logowave” 田所淳作 .

Fig. 3 A: “Maitreya” created by Takahiro Hayakawa.
B: “Mandala” created by Takahiro Hayakawa.
C: “Colorful Rounds” created by Atsushi Tadokoro.
D: “Logowave” created by Atsushi Tadokoro.

5. 実証実験

2015年10月より海老名市にある商業施設、RICOH FUTURE HOUSEにてプロジェクションドアの実証実験を行っている(図4)。この実証実験では実際の現場への導入、運用から得られる知見をもとに、安全性の評価、ソフトウェアの改良を行っている。さらに同年11月には神戸市の神戸国際展示場で開催されたSIGGRAPH ASIA 2015においても特別展示としてプロジェクションドアの展示を行い(図5)、期間限定のイベント等における短期間のプロジェクションドア設置の可能性を探った。これら2カ所のプロジェクションドアでは(4)で述べた2通りの方法で制作した様々なコンテンツの投影を行い、実際の現場において、プロジェクションドアとコンテンツがどのような効果をもたらすかを検討することができた。各現場では、あたりが暗くなると多くの人が足を止め、写真を撮る、等の様子が確認された。

6. インタラクション 2016 でのデモ

インタラクション 2016 では、自動ドア施工技能士の練習用として使われるミニドアを使用したプロジェクションドアのデモ(図6)を行う。ミニドアは一般的な通常の自動ドアより小型であるが、基本的なハードウェア構造は変わらない。そのため今回のデモにおいても、プロジェクションドアで味わうことができる経験をほぼ同様に経験するこ

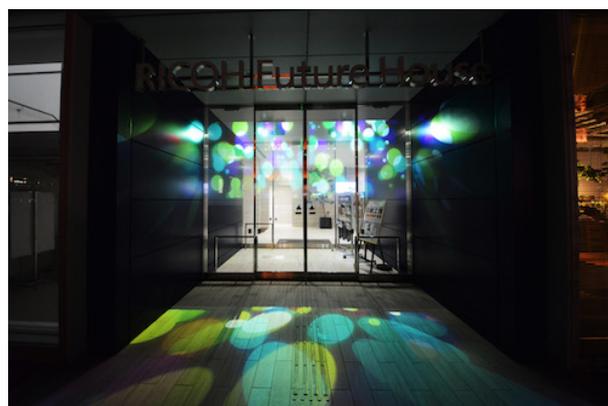


図 4 RICOH FUTURE HOUSE での投影の様子
Fig. 4 Installation at RICOH FUTURE HOUSE

とができる。今回のデモでは前述した通り、2通りの方法(プログラミングによる方法とそうでないもの)で制作したコンテンツを複数投影する。それぞれの方法の特徴や違いも感じてもらうことができるだろう。

7. 結論

プロジェクションドアは研究室内での研究、実証実験を踏まえ、実際の現場で運用可能な段階になりつつあるが、現在も幾つかの課題を抱えている。第一に、投影される画像の視認性が現場の環境、特に日光の影響を受けてしまうという点が挙げられる。この問題を解決するために、さらに現場での知見を集める必要がある。そして、それらを基

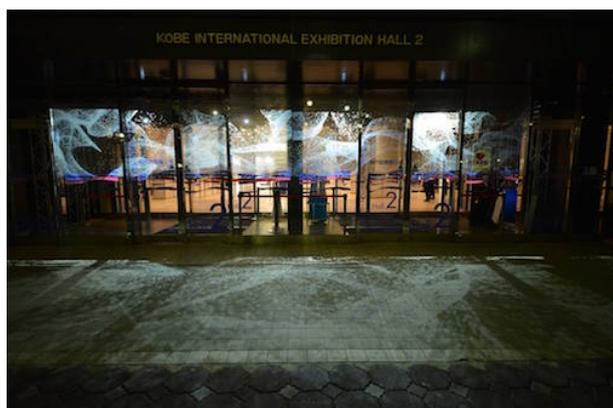


図 5 SIGGRAPH ASIA 2015 での投影の様子
Fig. 5 Installation at SIGGRAPH ASIA 2015



図 6 ミニドアによる展示の様子
Fig. 6 Installation by Mini Doors

にしたプロジェクションドア導入におけるガイドラインの作成も必要となる。第二に、ドアの動きに対しての投影画像の追従に遅れがある点が挙げられる。これは本来自動ドアのメンテナンス用に開発された Bluetooth 接続装置を介してデータを転送するとき発生する遅延によって引き起こされる問題である。この問題を解決するためには新しいデバイスの開発か、この問題に適応したソフトウェアの改良が今後求められる。最後に、事故の防止と魅力的なコンテンツの実現、という二つの観点からプロジェクションドアとコンテンツが通行者にどのような印象と影響を与えるかを調査しなければならない。最終的な商業利用のためには安全性と魅力的なコンテンツの両方が求められる。

プロジェクションドアは、オーナーに建物を装飾させる機会を与え、クリエイターに空間をデザインさせる材料となって、建築物と空間を意味に溢れた場所へと変化させる。そして、その結果、通行者に様々な経験を与える。私たちは今後も実際の現場への導入を目標に、実証実験等から得られた知見を集め、様々なクリエイターやデザイナーと一緒に、今までにないインタラクティブ体験を生み出すことを目指していく。

謝辞 当プロジェクトはナブテスコ株式会社の助成に

よって行なわれている。とりわけ、同社住環境カンパニーからの多大なる尽力に深謝する。

参考文献

- [1] MCCULLOUGH, M. 2004. Digital Ground: Architecture, Pervasive Computing, and Environmental Knowing. MIT Press, Cambridge, MA.
- [2] JU, W., AND TAKAYAMA, L. 2009. Approachability: How people interpret automatic door movement as gesture. International Journal of Design 3, 2, 110.
- [3] DALSGAARD, P., AND HALSKOV, K. 2010. Designing urban media facades: cases and challenges. CHI'10, 2277-2286.
- [4] BORING, S., GEHRING, S., WIETHOFF, A., BLOCKNER, A. M., SCHO NING, J., AND BUTZ, A. 2011. Multiuser interaction on media facades through live video on mobile devices. CHI'11, 2721-2724.
- [5] FISCHER, P. T., AND HORNECKER, E. 2012. Urban hci: Spatial aspects in the design of shared encounters for media facades. CHI'12, 307-316.
- [6] NISHIDA, D., TSUZURA, K., KUDOH, S., TAKAI, K., MO-MODORI, T., ASADA, N., MORI, T., SUEHIRO, T., AND TOMIZAWA, T. 2014. Development of intelligent automatic door system. ICRA'14, 6368-6374.
- [7] AKAPAN, I., MARSHALL, P., BIRD, J., AND HARRISON, D. 2013. Exploring the effects of space and place on engagement with an interactive installation. CHI'13, 2213-2222.