

## ミュージアムにおける VR 技術の導入とその動向

青木大樹<sup>†1</sup> 鳴海拓志<sup>†2</sup> 谷川智洋<sup>†2</sup> 廣瀬通孝<sup>†2</sup>

**概要:** これまでのミュージアムの役割は収集・保存が主であり、それに比して一般公衆に対する展示には重きが置いてこなかった。一方でミュージアムの機能への期待の変化に伴って展示にも力点が置かれるようになり、展示におけるデジタル技術の役割にも注目が集まるようになった。デジタルミュージアム研究では、デジタルアーカイブの流れを受けつつ、ミュージアムのその場において、体験を通じた深い理解を提供することが目指されている。特に、展示のインタラクティブ性やミュージアムのコミュニティ性を高めるための取組みが多く見られるようになってきた。本稿では、変貌しつつあるミュージアムの役割とデジタルミュージアム研究の関連について紹介する。

**キーワード:** Digital Museum, Virtual Reality, Augmented Reality, HCI

### 1. はじめに

展示物という「モノ」を収蔵、研究、展示し、それらを後世まで伝える役割を持った場所がミュージアムである。それゆえ、ミュージアムの機能としては第1に資料を収集・保管することが挙げられ、第2に資料の研究、そして最後に教育的配慮の元に資料を一般公衆に対して展示することが挙げられてきた。

これまでに、ミュージアムとのデジタル技術との関わりが最も密接な分野であったのは、デジタルアーカイブの分野である。有形無形の文化財をさまざまな手法で計測し、データとして残すことで、その価値を後世にまで伝えるべく保存性を高めたり、展示や学術調査等のための流通性・利用可能性を高めたりしようという取組みである。ミュージアムの機能のうち最も重視されているのが資料の収集・保管であることから、それを支える情報技術に力が注がれてきたことは必然といえるだろう。

他方、展示や教育はミュージアムの役割としては下位に置かれる場合も少なくない。そのため、デジタル技術をミュージアム展示に活用するための研究開発は、資料の収集・保管や分析のための研究開発に比べてあまり取り組まれてこなかった。一方で、1990年代以降、欧米を中心にミュージアムの役割を再検討する取組みが多く見られるようになってきた。こうした再検討の流れの中では、収集・保管機能の重視から、利用者を意識した機能へと重点をシフトすることが意識されるようになった。ミュージアムが、コレクションの場所から、多様な体験、学習、交流、さらには創造を提供する場としての機能を持つ公共空間へと変容することが求められるようになったのである。さらには、体験・交流の場としてのミュージアムを中心に据えて、地域やコミュニティを作り上げていく取組みも見られるようになってきた[1]。

残し、理解することに加え、積極的に文化財の価値を伝え、活用していくこと、さらにはそれによってコミュニテ

ィを形成することへ、ミュージアムに期待される役割の移り変わりにあわせて、デジタル技術を直接的にミュージアム展示に活用し、効果的な展示や教育を実現するためのデジタルミュージアムと呼ばれる研究領域が立ち上がった。日本では、2006年に文部科学省がデジタルミュージアム構想を立ち上げている。

このような流れを受け、徐々にミュージアム展示にデジタル技術が取り込まれるようになってきている。特に、効果的な体験を作り出し、高い教育効果やコミュニケーション促進効果を生むことを狙って、Virtual Reality (VR) 技術や Augmented Reality (AR) 技術の活用が図られている。以下では国内における VR/AR 技術のミュージアム展示への活用事例と、国際的なデジタルミュージアム研究の動向について紹介する。

### 2. 国内におけるミュージアム展示での VR/AR 技術の活用事例

ミュージアムは、展示物という「モノ」を媒介に、人類の知恵を後世に伝えていくための装置である。一方で、モノは単純にそこに存在するだけではなく、必ずある種の文脈や背景、すなわち「コト」を持つ。例えば、それが作られた背景、使われていた場所、他のモノとの関係などの共時性にかかわるコト、モノの来歴、その制作過程などの通時性にかかわるコト、さらには無形文化財、歴史的出来事のようなヒトにまつわるコトなどである。こうしたコトこそがモノの価値を裏付けているものであり、本来は両者を一体展示してはじめて、展示物の持つ意味のすべてを伝達することができるはずである。

情報技術の第一の役割はまさに、時間的・空間的な文脈、すなわち「コト」を収集・保存し、多様な方法で伝達することができる点にある。従来、コトに関する情報は文字等の解説によって補うほかなかったが、VR/AR を中心とした新たなメディアの活用によって、モノに密接なかたちで「コ

<sup>†1</sup> 東京大学大学院学際情報学府

<sup>†2</sup> 東京大学大学院情報理工学系研究科



図1 鉄道博物館におけるデジタル展示ケースの活用  
(デジタル展示ケース 台車でGO) [3]



図3 電車の思い出のぞき窓[7]



図2 東京国立博物館におけるデジタル展示ケースの活用  
(デジタル展示ケース 自在置物 龍) [4]



図4 万世橋思い出のぞき窓を体験する人々[9]

ト」を提示することができるようになり、より有効な展示手法を開発することも可能になってきている。

時間的・空間的なコトをミュージアムの中で展示するための研究事例として、デジタル展示ケースの研究[2]が挙げられる。デジタル展示ケースは、これまでの展示ケースのインターフェースそのままに、デジタルアーカイブされた3次元デジタルデータを展示物の一つとして3Dで表示させる機能をもったケースである。このケースでは、現在の姿を展示するだけでなく、作られた当時の姿から現在に至るまでの経年変化の様子や、断面などの中の構造を見せることも可能になる。

図1は鉄道博物館においてデジタル展示ケースを活用した展示(図1)[3]の様子である。鉄道技術のような展示対象では、動いていなければその工夫の伝達が難しい。さらに、実物を動かす展示をしても、微小な動きや力の伝達のされ方のような直接目で見ることのできない要素の解説は難しい。ここでは鑑賞者が電車のマスコンハンドルを模したコントローラを操作することで台車の走行やブレーキの操作、表示されるモデルの透明化による段階的な内部構造の表示を可能にし、入力に応じてインタラクティブに映像が変化ようになっていく。さらに、かかる力の表示や、動きの一部をわかりやすくデフォルメする表示を導入する

ことで、走行中に台車の内部の機構がどのように動くのかを見てとることができる。こうした工夫により、複雑な鉄道技術の解説効果が向上することが示されている。

デジタル展示ケースを発展させる形で、五感情報提示技術を付加させたシステムの開発もなされている。デジタル展示ケースと五感情報提示技術が組み合わせると、文化財のもつ重量感や触れたときの質感などを提示することもできるようになるだろう。図2は、五感情報提示を取り入れたデジタル展示ケースの東京国立博物館における活用事例を示している。この展示では、自在置物と呼ばれる、自在に姿勢を変化できる文化財を対象とした展示がおこなわれた。このシステムでは、ディスプレイ下部の空間に手を差し込むことでディスプレイ上に3Dモデルの手が表示される。視触覚間相互作用を利用した触覚提示手法[4]の知見を利用し、空間内の手の動きと、ディスプレイ上に表示される手の動きをずらすことで、展示物をあたかも実際に触れて操作している感覚を生起させることが可能なシステムとなっている。

上述してきたような、展示物そのものの見えや、展示物とのインタラクションを拡張する展示技術の他にも、展示物が実際に使用されていた背景情報を展示物と一体のものとして提示する研究もなされている。デジタルジオラマ[5]では、ARやプロジェクションマッピング等の技術を用いることで、その展示物が実際にどのような環境でどのように使われていたのか、どのように作られたかなど、空間的・歴史的な状況を再現して展示することができる。すなわち、

展示物の「モノ」としての側面に空間的な整合性を保ちながら「コト」を付加することで、展示を拡張している。

図3は、鉄道博物館におけるデジタルジオラマ活用の事例である「電車の思い出のぞき窓」[6]である。このシステムでは、展示されている車両にタブレット端末をかざすことで、その展示車両が過去に動いていた当時の様子がARで表示される。そして、車両の進行方向に鑑賞者が身体を動かすと、車両が動いている様子が鑑賞者の動作に同期する形でタブレット上に表示される。ここで利用されている映像は、展示車両が活躍していた当時のニュース等の史料映像から再構成されている。体験者に展示物に関連した映像を受動的に見せるのではなく、身体運動を利用させ能動的に映像を見せることで、展示物のスケール感などを正しく伝達するとともに、過去の空間への没入感を与えることが可能となった。同様のシステムは東京都現代美術館、高崎市美術館、映像ミュージアム等、他のミュージアムにおいても活用されている。

また、個別の展示物を情報的に拡張するだけでなく、複数の作品の関係性を示したり、ミュージアム内でのツアーのために用いたりすることも可能である。2016年7月に福岡市美術館で開催されたゴジラ展では、同様のシステムがギャラリーツアーのために用いられた。このツアーでは、館内を巡りながら体験できる複数のコンテンツを通じて、ひとつのストーリーが表現された。同じ展示物から構成された展示でも、それを見る順番や附随する情報を変えることによって、新しい見方や発見を提供することができるようになる。これを物理的におこなうことには大変なコストがともなうが、デジタルジオラマのような技術を活用することではじめて、ひとつの展示で複数のストーリーを伝えることが可能になる。

ミュージアムの中での「コト」の付加だけでなく、ミュージアムの外においてデジタル技術を用いて地域の文化財を鑑賞する現地体験型ARシステムも研究されている。万世橋思い出のぞき窓(図4)[8]は、東京の神田エリアにおいて、かつてそこに存在した万世橋駅や交通博物館の風景を現在の風景に重ね合わせて見ることができるARシステムである。博物館や美術館といった空間的制約のある場所から抜け出すことで、ミュージアムを拡張させ、地域とミュージアムをつなげた例である。

先に述べたように、収集・保存することを第一の目的にしてきたミュージアムが、社会的な要請から展示・教育という機能を拡充するうえで、デジタル技術(VR/AR技術)を取り入れはじめている。「モノ」に付加する形で「コト」を提示可能にすることで、ミュージアムが体験の場としての機能を拡張し、変貌を遂げつつある。

### 3. デジタルミュージアム研究の国際動向

ここまで、国内におけるデジタルミュージアム研究の展示活用例の紹介を通じて、ミュージアムで展示されている「モノ」に対して「コト」を付加するための技術の動向について述べてきた。本章では、国際学会で報告されている最新のデジタルミュージアム研究の事例を紹介しつつ、国際的な研究の動向とデジタルミュージアム研究の将来展望について述べる。

まず、以下では、先日2016年5月に行われたCHI 2016(Conference of Human-Computer Interaction 2016)、8月に行われたHCII 2016(International Conference on Human Interface and the Management of Information 2016)と、同時期に開催されたSIGGRAPH 2016(Special Interest Group on Computer GRAPHics 2016)を例に取り、国際学会におけるデジタルミュージアム研究の動向を紹介していく。

ミュージアムにおいてデジタル技術を用いることによる大きな変化として、いままで以上の数のコンテンツが生まれ始めたことが挙げられる。それに伴い、ミュージアムにおいてモノの配置や展示物の関連をうまく表現し、学芸員が見せたいコンテンツを効果的に見せつつ、鑑賞者の理解を促進するためのキュレーションの必要性が高まっている。

CHI2016では、博物館内でのオーディオガイドの改善を目的とした研究「Maps and Location」[10]が発表された。従来のオーディオガイドシステムでは、ユーザが能動的にその場にあったオーディオガイド機器にコンテンツに応じた入力をする必要があった。この研究ではユーザの現在位置を自動で追跡し、ユーザ付近の展示物の位置を地図ベースで表示するとともにオーディオガイドを開始する手法を提案しており、従来に比べユーザビリティの観点から高い評価を得られることを示した。ミュージアム内での案内を直観的にすることにより、鑑賞者の負担を減らすことが期待される。

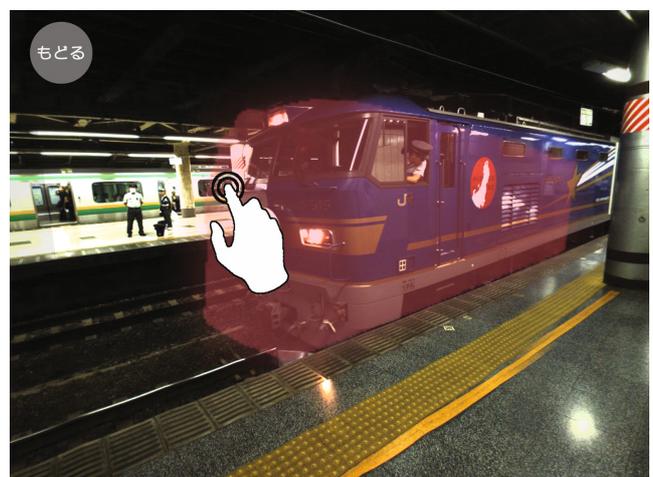


図5 ユーザが電車をなぞることで電車の動きが変化するインタラクティブシステム[11]



図 6 Sharelog 体験の様子[14]

図 5 は、HCII2016 の Digital Museum セッションで発表された、全天周で表示された過去の映像を鑑賞者の指がなぞることで動的に切り替える鑑賞システム[11]である。従来の受動的な鑑賞表現に比べ、映像の最後まで辿り着く鑑賞者の数を増加させた。限定的ではあるが展示物との能動的なインタラクションを許容することで、数多くあるコンテンツのなかで無視されがちなものを掬い上げられる効果が期待されている。また、VR 空間上にミュージアムを構築し、鑑賞者は自由にミュージアム内を動くことが可能な展示では、キュレーションをおこなう学芸員が見てほしいところを見てもらえるように適切に体験を誘導する技術[12]も SIGGRAPH2016 で発表されている。ミュージアムを直感的に案内・誘導する技術を研究することで、デジタル技術により増加したコンテンツを適切に見せるキュレーションが可能となる。

これまでミュージアムの中で行われてきた「モノ」と「コト」の鑑賞から、ミュージアムの外での現地における鑑賞という流れの中で新たに現れたのは、他者の体験のコンテンツ化である。つまり、他者が体験した内容をミュージアムに所蔵されている「モノ」と同様に、「コト」と合わせて鑑賞者が追体験出来るようになるということである。

HCII2016 で発表された「Crowd-Cloud Window to the Past」[13]では、古写真とその写真の撮影された箇所を特定する機能に関して、ゲーミフィケーションやクラウドソーシングの考え方を取り入れて、コンテンツの拡充をユーザ主体で行なう試みがなされている。この研究に期待される効果は、鑑賞の場としてのミュージアムから交流の場としてのミュージアムへの変貌でもある。古写真を地域のお年寄りの方が持ち寄り、若者がそれをもとに古写真撮影箇所を探索するという体験を街歩きツアーのような形で行なうことにより、本来は個人が独立して活動する場であるミュージアムを、交流の場としての機能を持つ公共空間へ変貌させることが可能であろう。

ミュージアムの公共性が高まるに連れ、コンテンツを鑑賞する人間だけでなく、その周囲に存在する人間にも注意が向けられてきた。図 6 は HCII2016 で発表された Sharelog



図 7 Aquarium Earth[16]



図 8 VR 空間上の博物館で、他者とコンテンツを共有するシステム[17]

[14]という、ユーザの交通 IC カード履歴から得た移動履歴を可視化し、サイネージとして表現するパブリック・アート作品である。このようなパブリック・アートでしばしば問題となるのは鑑賞者の周囲にいる人間の作品に対する興味を持続せず、実際に体験する段階まで到達しないことである。鑑賞者が体験する時間が長ければ長いほど、周囲の人々の体験は列に並ぶ時間が増えるので、体験までのモチベーションが減少してしまう。そこでこの研究では、コンテンツ鑑賞の時間を適切に調整することで、周囲の人間の興味を持続させ、コンテンツ体験者数を増加させた。

Sharelog ではコンテンツと鑑賞者とを結びつけることに注目していたが、ある鑑賞者と別の鑑賞者を結びつける試みもなされてきた。「MEseum (Me-in-the-museum)」[15]はある鑑賞者が体験したミュージアムの経路を記録し、その記録を別の鑑賞者が体験することができるシステムである。鑑賞者は事前に自分の訪れたい経路を登録し、システムが最適な順路に誘導する。最終的に訪れた経路をログとして保存して他の鑑賞者と共有することができる。ミュージアムを訪れた人間と人間を結びつけることで、ミュージアムがコミュニティとして機能することとなる。同様に、SIGGRAPH2016 で発表された「Aquarium Earth」[16] (図 7) は、破壊されつつあるサンゴ礁の様子を VR 空間に提示し、多人数が同時に鑑賞することを可能にしている。また、先日行われた日本バーチャルリアリティ学会でも、鑑賞者間の体験共有に関する研究発表がなされた。図 8 は VR 空間



図9 Future Museum Experience Design game [18]

上に生成した博物館において、自分だけでなく同時に体験している他の鑑賞者をリアルタイムでVR空間上に表示するシステム[17]である。これまで個人が別々に体験するに留まっていたVRでの鑑賞を他者と同時に行なうことで、その体験を共有し、鑑賞者同士で交流することができる。

このように、デジタル技術の発展により他者の体験に視点を広げ、他者の体験を共有し、リアルタイムで他者と交流することが可能となった。すなわち、体験・交流の場としてのミュージアムを中心とした地域やコミュニティの発達にデジタル技術が貢献してきたといえる。また、CHI 2016ではワークショップ形式で「Future Museum Experience Design game」[18] (図9)が行われた。これは今あるミュージアムをより新しい形で地域、大学、コミュニティを含めた生態系の一部とする方法を模索する目的で行われた。国際的に、体験・交流の場としてのミュージアムを中心とした地域やコミュニティを作り上げていく取り組みが注目されている。

本章では、デジタル技術により肥大化したコンテンツを適切にキュレーションする技術を研究するだけでなく、個人が独立して鑑賞する場所ではなかったミュージアムを一種のコミュニティへと変貌させる可能性がデジタルミュージアム研究において模索されはじめていることを述べた。国際的にも注目を集めているデジタルミュージアム研究であるが、他者の体験のコンテンツ化、他者とのコンテンツの共有、コミュニティとしてのミュージアム形成といった点での技術開発においてははまだ検討すべき点が多い。これからのデジタルミュージアム研究に期待したい。

#### 4. おわりに

本稿ではミュージアムの役割の推移とデジタル技術、デジタルミュージアム研究の活用事例を合わせて紹介した。ミュージアムの収集・保存の役割から展示への力点の拡充、インタラクティブ性を持った展示への変化、ミュージアム内の領域から外に向かった意識の移り変わりといった流れの中で、デジタルミュージアム研究の役割は非常に大きく

なっている。ミュージアムがデジタル技術を用い、その役割が今後さらに大きくなることに期待したい。

#### 参考文献

- [1] 橋本雄太：人文学資料オープンデータの可能性と現状，情報科学と技術，Vol.65, No. 12, pp.525-530, (2015) .
- [2] T. Kajinami, O. Hayashi, T. Narumi, T. Tanikawa, M. Hirose: Digital Display Case: Museum exhibition system to convey background information about exhibits. In 16th International Conference on Virtual Systems and Multimedia 2010, pp. 230-233, (2010).
- [3] T. Tomohiro, H. Ohara, R. Kiyama, T. Narumi, & M. Hirose: Virtual Bogie: Exhibition System to Understand Mechanism of Bogie with Digital Display Case. International Conference on Human Interface and the Management of Information. Springer International Publishing, pp. 634-645, (2015).
- [4] Y. Ban, T. Kajinami, T. Narumi, T. Tanikawa, M. Hirose: Virtual Jizai-Ryu: Hi-Fidelity Interactive Virtual Exhibit with Digital Display Case. In International Conference on Human Interface and the Management of Information, pp. 397-408, (2015).
- [5] T. Narumi, O. Hayashi, K. Kasada, M. Yamazaki, T. Tanikawa, M. Hirose: Digital diorama: AR exhibition system to convey background information for museums. In International Conference on Virtual and Mixed Reality, pp. 76-86, (2011).
- [6] J. Imura, K. Kasada, T. Narumi, T. Tanikawa, M. Hirose: Reliving Past Scene Experience System by Inducing a Video-camera Operator's Motion with Overlaying a Video-sequence onto Real Environment. ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol. 2, No. 3, pp. 225-235, (2014).
- [7] デジタルジオラマ [www.mr-museum.org](http://www.mr-museum.org)
- [8] N. Okada, J. Imura, T. Narumi, T. Tanikawa, M. Hirose: Manseibashi Reminiscent Window: On-Site AR Exhibition System Using Mobile Devices. In International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions, pp. 349-361, (2015).
- [9] 万世橋・交通博物館 思い出のぞき窓 <http://manseibashi.com/>
- [10] Wacker, P., Kreutz, K., Heller, F., & Borchers, J. (2016, May). Maps and Location: Acceptance of Modern Interaction Techniques for Audio Guides. In Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 1067-1071). ACM.
- [11] Y. Sakakibara, R. Tanaka, T. Narumi, T. Tanikawa, & M. Hirose: Increasing User Appreciation of Spherical Videos by Finger Touch Interaction. In International Conference on Human Interface and the Management of Information, pp. 546-555, (2014).
- [12] R. Tanaka, T. Narumi, T. Tanikawa, M. Hirose: Attracting User's Attention in Spherical Image by Angular Shift of Virtual Camera Direction. In 3rd ACM Symposium on Spatial User Interaction, pp. 61-64, (2015).
- [13] S. Osawa, R. Tanaka, T. Narumi, T. Tanikawa, M. Hirose: Crowd-Cloud Window to the Past: Constructing a Photo Database for On-Site AR Exhibitions by Crowdsourcing. In International Conference on Human Interface and the Management of Information, pp. 313-324, (2016).
- [14] T. Narumi, H. Yabe, S. Yoshida, T. Tanikawa, & M. Hirose: Encouraging People to Interact with Interactive Systems in Public Spaces by Managing Lines of Participants. In International Conference on Human Interface and the Management of Information, pp. 290-299, (2016).
- [15] A. Arya, J. Gerroir, E. Mike-Ifeta, A. Navarro-Newball, & E. Prakash: MEseum: Personalized Experience with Narrative Visualization for Museum Visitors. In International Conference on Human-Computer Interaction, pp. 179-190, (2016).
- [16] T. McSheery, K. Yim, M. Thompson, & B. Young, (2016, July). Aquarium earth. In ACM SIGGRAPH 2016 VR Village pp.1,

(2016).

- [17] 榊原佑太, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝: VR 空間におけるユーザ間の位置・視線方向共有が鑑賞行動に与える影響の評価, 日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp. 441-444, (2016).
- [18] Future Museum Experience Design Game:  
<http://studiolab.ide.tudelft.nl/studiolab/vermeeren/future-museum-experience-design-game/>