

Title	デジタル技術を用いた浮世絵の遠近法と立体表現の研究
Sub Title	The study of perspective of Ukiyo-E and 3D representation using digital technology
Author	池田, 絵里香(Ikeda, Erika) 小木, 哲朗(Ogi, Tetsuro)
Publisher	慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
Publication year	2012
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2012年度システムデザイン・マネジメント学 第92号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002001-00002012-0009

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文

2012 年度

デジタル技術を用いた
浮世絵の遠近法と立体表現の研究

池田 絵里香
(学籍番号 : 81133038)

指導教員 教授 小木 哲朗

2013 年 3 月

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
システムデザイン・マネジメント専攻

Master' s Dissertation

2012

The Study of Perspective of Ukiyo-E
and 3D Representation
Using Digital Technology

Erika IKEDA

(Student ID Number : 81133038)

Supervisor Tetsuro OGI

March 2013

Graduate School of System Design and Management,
Keio University
Major in System Design and Management

論 文 要 旨

学籍番号	81133038	氏 名	池田 絵里香
論文題目： デジタル技術を用いた浮世絵の遠近法と立体表現の研究			
<p>(内容の要旨)</p> <p>近年、博物館は増加しているにも関わらず、入館者推移が横ばいのため、1館あたりの来場者数が減少傾向にある。この問題の背景として、来館者の興味喚起につながる展示ではないというのがある。だが、人気の企画展には多くの来館者が訪れている。中でも、日本で一番人気の企画は北斎展であった。よって、浮世絵に焦点をあて、コンテンツを充実させることで、興味関心が湧き、来場意欲につながると考える。また、国が進めている政策として、デジタルミュージアムというものがある。そこで、本研究は、浮世絵の遠近法に注目し、運動視差を利用した3D展示システムを提案する。浮世絵は、日本で最も有名な美術であるといっても過言ではない。そのため、海外からも注目度が高い。よって、本システムは日本国内だけでなく海外の方の興味喚起ができ、さらに浮世絵から発展し日本文化への興味喚起につながるのではないかと考える。</p> <p>浮世絵は、平行遠近法と幾何学遠近法という代表的な2種類の遠近法が使用されている。平行遠近法とは日本の伝統的表現方法で、遠くにある物体は上方に描かれ、奥行き方向の平行線は平行のまま描かれる。幾何学遠近法とは、西洋画からもたらされたもので、遠くの物体は小さく描かれ、平行線は無限遠で一点に収束する。</p> <p>本システムは、Kinectを使用し、頭の動きに合わせて絵を動かし、運動視差による遠近感を出す。2つ展示システムを作成し、実際に人に鑑賞してもらい、アンケート評価をした。一つはミラーを使用し、ディスプレイに映した浮世絵を反射させ、虚像を見て楽しむというもの。もう一つは、額縁を作成し、ディスプレイをその中に埋め込み、直接ディスプレイを見て楽しむというもの。実験の結果、2つのシステムに多少の差はあったが、体験した人の多くが遠近感を感じ、さらに浮世絵への興味喚起が湧き、実際にシステムを博物館に導入したら来館したいという結果になった。よって、この展示システムの有効性、および本提案の妥当性を示すことができた。</p> <p>また、Kinectによる人間の動きを分析したところ、集団で鑑賞すると本来のシステムの動きが行われず、理解されないまま鑑賞を終えられてしまうという結果が出た。展示の方法の改善が求められている。</p>			
キーワード (5語) 浮世絵、3D、Kinect、平行遠近法、幾何学遠近法			

SUMMARY OF MASTER' S DISSERTATION

Student Identification Number	81133038	Name	ERIKA IKEDA
<p>Title</p> <p>The Study of Perspective of Ukiyo-E and 3D Representation Using Digital Technology</p>			
<p>Abstract</p> <p>In recent years, the number of museums has been increasing but the number of visitors has remained flat, and therefore the number of visitors per museum has been trending downward. Underlying this problem is the fact that many exhibits do not arouse the interest of visitors. However, many people flock to popular special exhibitions. Among these, the most popular in Japan was the Hokusai exhibition. It is thought that by assembling substantial contents and focusing on ukiyo-e, the exhibition sparked interest and led to a desire to attend among the public. Additionally, the national government is promoting a policy of creating "digital museums." This research focuses on perspective in ukiyo-e art and proposes a 3D exhibition system utilizing motion parallax. It would not be an exaggeration to say that ukiyo-e is the most famous form of art in Japan. As a result, it also garners much attention overseas. Therefore, it is thought that this system could increase interest not just in Japan but abroad as well, and perhaps lead to greater interest in Japanese culture as a whole. Ukiyo-e uses both parallel perspective and geometric perspective, the two typical forms of perspective. Parallel perspective is a traditional Japanese method of representation, with objects in the distance drawn from above and parallel lines drawn in parallel as they recede into the distance. Geometric perspective is a method that was brought from the west, with objects in the distance drawn smaller and parallel lines converging at a vanishing point.</p> <p>This system uses Kinect to move images in concert with head movements, producing a sense of perspective through motion parallax. Two exhibit systems were created and tested with audiences that evaluated them in a questionnaire. One system uses mirrors to reflect a ukiyo-e projected on a display, allowing a viewer to enjoy a virtual image. The other system uses a picture frame with an embedded display, allowing the viewer to enjoy the effect by looking directly at the display. Experiment results showed that there was a small difference between the two systems, but a large number of people who experienced the systems felt a sense of perspective and reported that it produced greater interest in ukiyo-e and that they would like to visit a museum if the system were actually introduced. As a result, this research was able to show the effectiveness of this exhibit system and the validity of this proposal. Moreover, an analysis of human movement using the Kinect showed that ordinary system movements do</p>			

not occur when the image is viewed in groups, resulting in viewers giving up without understanding. Improvements in exhibit methods are needed.

Key Word(5 words)

Ukiyo-e, 3D, Kinect, parallel perspective, geometric perspective

目次

第一章 緒論	
1.1 研究背景	…11
1.1.1 博物館の現状と課題	…11
1.1.2 国の取り組み	…13
1.1.3 デジタルミュージアム	…14
1.1.4 デジタル・アーカイブ	…14
1.1.5 企画展	…16
1.2 研究目的	…17
第二章 関連研究	
2.1 浮世絵とは	…18
2.2 浮世絵と遠近法	…20
2.2.1 平行遠近法	…20
2.2.2 幾何学遠近法	…20
2.2.3 二つの遠近法	…22
第三章 デジタル3D浮世絵システム	
3.1 デジタル3D浮世絵	…23
3.1.1 デジタル3D浮世絵とは	…23
3.1.2 Kinect	…24
3.1.3 運動視差	…25
3.2 システム構成	…26
3.2.1 ミラー式デジタル3D浮世絵システム	…26
3.2.2 額縁式デジタル3D浮世絵システム	…27
3.2.3 Kinectヘッドトラッキング	…28
3.3 コンテンツ作成方法	…29
3.3.1 二つの遠近法の立体表現	…29
3.3.2 レイヤ分割による3D表現	…30
3.3.3 幾何学遠近法とレイヤ分割による3D表現	…32
第四章 システム評価	
4.1 デモ展示の目的	…34
4.2 システム概要	…34
4.3 展示コンテンツ	…36
4.4 アンケート項目	…37
4.5 アンケート結果	…38
4.6 アンケート結果の考察	…43

第五章 Kinectによる人間の動きに関する実験	
5.1 実験目的	…45
5.2 実験環境	…45
5.3 実験方法	…46
5.3.1 トリックアートミュージアムでの実験方法	…46
5.3.2 データ分析の方法	…47
5.4 実験結果	…48
5.5 実験考察	…52
第六章 結論	…53
謝辞	…55
参考文献	…56

目次

図1-1	デジタル・ミュージアムの展開に向けた 実証実験システムの研究開発例	…13
図1-2	上海万博 中国館	…17
図2-1	のぞき絵	…18
図2-2	のぞきからくり	…19
図2-3	立版古	…19
図2-4	洛中洛外図	…20
図2-5	レオナルド・ダ・ヴィンチ「最後の晚餐」	…21
図2-6	奥村政信「芝居顔見世大浮絵」	…22
図3-1	デジタル3D浮世絵システム	…23
図3-2	KinectとZOOM for Xbox 360	…24
図3-3	運動視差	…25
図3-4	ミラー式デジタル3D浮世絵システム	…26
図3-5	額縁式デジタル3D浮世絵システム	…27
図3-6	Kinectヘッドトラッキング画面	…28
図3-7	二つの遠近法の立体表現	…29
図3-8	葛飾北斎「神奈川浪裏」元の画像	…30
図3-9	近景レイヤ	…30
図3-10	中景レイヤ	…31
図3-11	遠景レイヤ	…31
図3-12	背景レイヤ	…31
図3-13	消失点の不一致	…32
図3-14	制御点	…32
図3-15	奥村政信「芝居浮絵」元の画像	…33
図3-16	幾何学遠近法を適応した画像	…33
図3-17	レイヤ分割1	…33
図3-18	レイヤ分割2	…33
図4-1	展示システム (ASIAGRAPH2011)	…34
図4-2	展示システム (ビジュアルメディアEXPO)	…35
図4-3	歌川広重『蒲原 夜の雪』	…36
図4-4	葛飾北斎『神奈川沖浪裏』	…36
図4-5	奥村政信『芝居浮絵』	…36
図4-6	研究アンケート	…37
図4-7	ASIAGRAPH2011展示の様子	…42
図4-8	ビジュアルメディアEXPO展示の様子	…42
図5-1	横浜大世界外観	…45
図5-2	鑑賞者画像データ	…46
図5-3	展示スペース	…46
図5-4	展示スペースの掲示	…46
図5-5	MGenの動作環境	…47

図5-6	鑑賞タイプ (左右に動いた)	…49
図5-7	鑑賞タイプ (上下に動いた)	…49
図5-8	鑑賞タイプ (見ただけ)	…49
図5-9	鑑賞タイプ (飛んだ)	…49
図5-10	鑑賞タイプ (近寄る)	…50
図5-11	鑑賞タイプ (体を上下に回す)	…50
図5-12	鑑賞タイプ (手を動かす)	…50
図5-13	鑑賞タイプ (子どもを持ち上げる)	…50
図5-14	鑑賞タイプ (手をかざす)	…51
図5-15	鑑賞タイプ (一回転する)	…51
図5-16	鑑賞タイプ (3Dメガネをかける)	…51
図5-17	鑑賞タイプ (Kinectを触る)	…51
図5-18	鑑賞タイプ (笑う)	…51
図6-1	CDFでの実験	…53

表目次

表1-1	博物館数の推移	…11
表1-2	入館者数の推移	…12
表1-3	1館当たりの入館者数	…12
表1-4	世界の企画展の来場者数ランキング（1日あたり）	…16
表4-1	回答者の性別	…38
表4-2	回答者の年齢	…38
表4-3	博物館・美術館の来館頻度	…39
表4-4	浮世絵への興味	…39
表4-5	遠近感（歌川広重）	…40
表4-6	遠近感（葛飾北斎）	…40
表4-7	遠近感（奥村政信）	…40
表4-8	浮世絵に対する興味の増減	…41
表4-9	デジタル3D浮世絵システムの導入による来館意欲の変化	…41
表4-10	浮世絵の興味喚起評価	…43
表5-1	実験結果（人数と時間）	…48
表5-2	実験結果（鑑賞タイプ）	…48

第一章 緒論

1.1 研究背景

1.1.1 博物館の現状と課題

文部科学省によると、博物館とは、歴史や科学博物館をはじめ、美術館、動物園、水族館などを含む多種多様な施設であり、資料収集・保存、調査研究、展示、教育普及といった活動を一体的に行い、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、重要な役割を果すものとして定義されている。近年、博物館や美術館を取り巻く社会状況は大きく変化してきている。地方自治体が主体となって行ってきた公共サービスに対する民営化の波が博物館・美術館に影響を及ぼしている。

文部科学省が実施する社会教育調査（博物館調査）によると、平成20年10月1日現在、登録博物館が907館、博物館相当施設が341館、博物館と類似の事業を行う施設が4,527館、合計で5,775館に及ぶ。博物館の数は増加傾向にあり、特に類似施設の増加は著しく、平成2年の2,169館と比較すると約2倍に増えていることが分かる。だが、博物館数が増加傾向だが、入館者推移が平成10年からほぼ横ばいになっているため、博物館1館あたりの入館者が減少していることがわかる。

表1-1に博物館数の推移、表1-2に入館者の推移、表1-3に1館あたりの入館者数を示す。

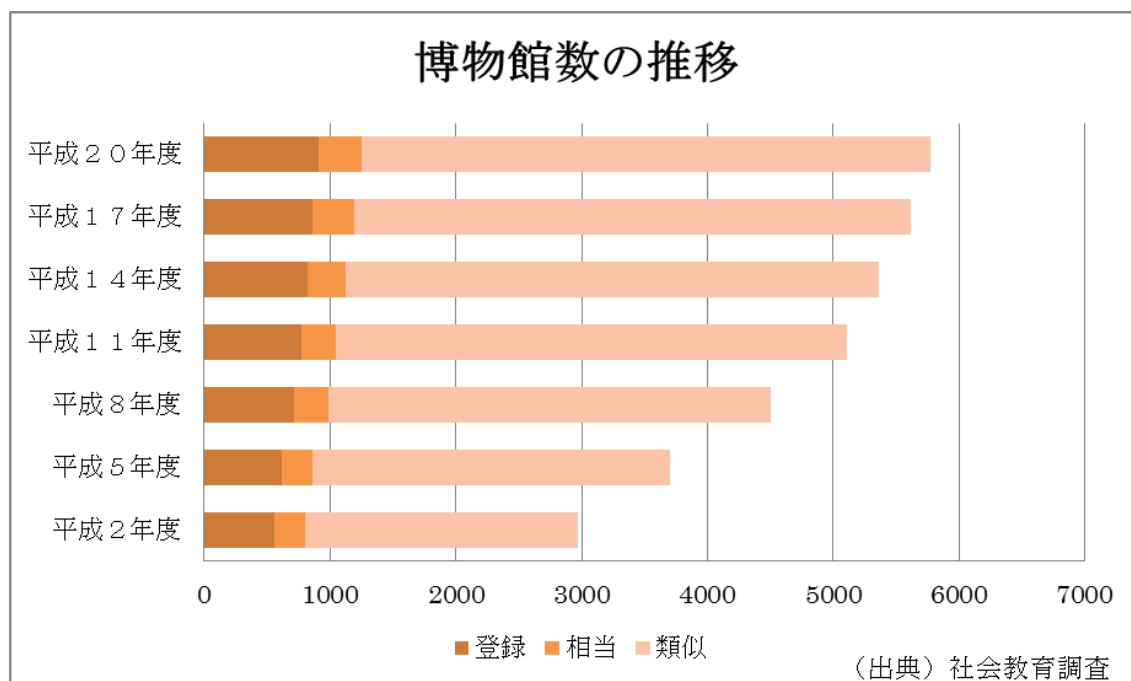


表1-1 博物館数の推移¹

1:文部科学省 http://www.mext.go.jp/a_menu/01_/08052911/1313126.htm

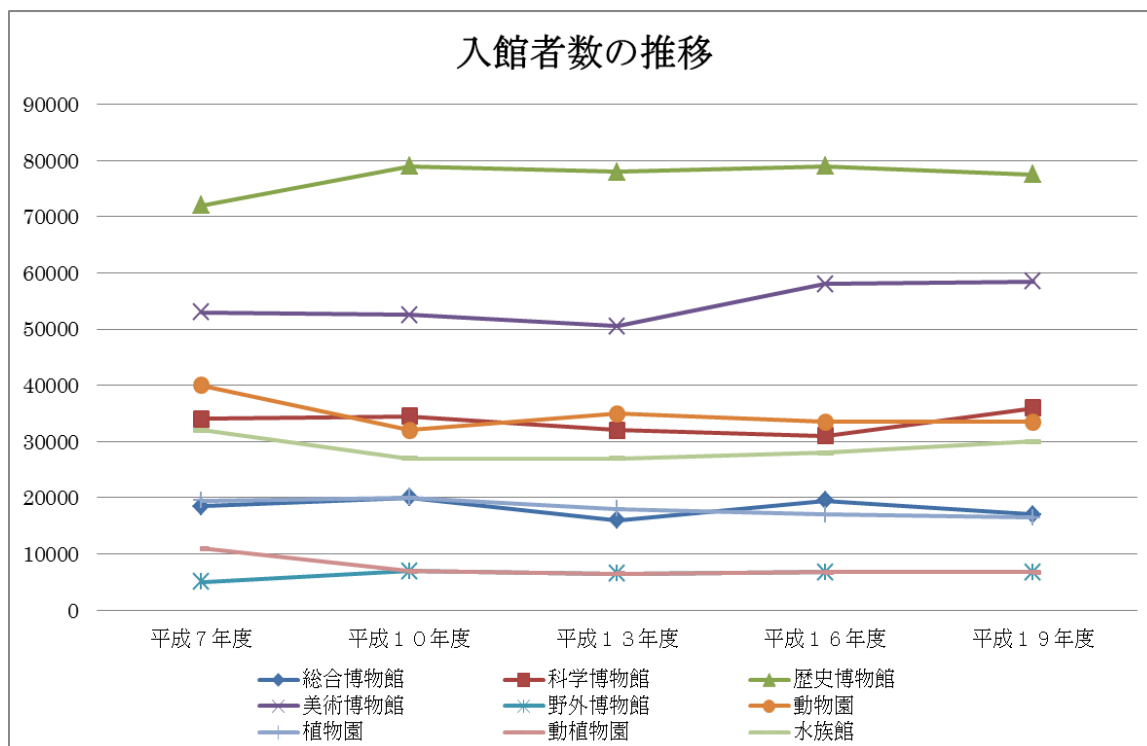


表1-2 入館者数の推移²



表1-3 1館当たりの入館者数

博物館へなぜ行かないのか。理由はさまざま考えられる。費用の捻出が難しくなり、スタッフ削減による学芸員の専門性の欠如、宣伝のパターン化などあげられる。その中でも、展示されているものへの興味関心欠如が多く関わってくるのではないかと考えられる。

1.1.2 国の取り組み

現在、文部科学省では、文化資源をデジタル・アーカイブ化する試みが進められている。博物館・美術館等の来館者が期待するのは、展示物を通じた「体験」や、学芸員が企画力を発揮し研究成果を披露する展覧会という「コンテンツ」であり、さらにはそれらの背景にある文化を吸収し、自らの「精神活動の活力」とすることではないかと考えられる。

デジタル技術を活用した博物館・美術館等は、デジタル化された膨大な文化資源のデータベースをバックボーンとして、それぞれの時代や社会、環境等を再現もしくは保存する役割を担っている。人々がそれらにアクセスするということは、その時代や社会、環境等を「体験」することであり、そこには「精神活動の活力」となるべき文化が存在する必要がある。

「デジタルミュージアム」には、様々な時代や社会、環境等の情報が同時に存在するため、それらを組み合わせた新たな「コンテンツ」の提供が可能であるだけでなく、知の融合による新たな文化の創造にも最適な場であると言えよう。

この新しい文化創造の源である「デジタルミュージアム」を実現するためには、単にデータベースの充実を図るだけでなく、文化資源のデジタル化の精度をより高め、「体験」として理解できる環境を創り出すことが必要である。そのためには、視覚情報を中心に五感を刺激するあらゆる情報の集約が不可欠であり、それらを有機的に連動し提示することではじめて、人々を圧倒的な臨場感で感動させることができるのである。

図1-1にデジタル・ミュージアムの展開に向けた実証実験システムの研究開発例の図を示す。



図1-1 デジタル・ミュージアムの展開に向けた実証実験システムの研究開発例⁴

4: デジタル・ミュージアムの展開に向けた実証実験システムの研究開発
<http://www.mr-museum.org/>

1.1.3 デジタルミュージアム

今日では、データベース技術を博物館活動に応用し、マルチメディア情報として集積、保存、活用を促すデジタルミュージアムへの道が開かれている。マルチメディア技術というのは、多様な形式の情報（文字、静止画、動画、音声など）をデジタル化し、これを統合的に扱えるようにするコンピュータ技術のことである。また、マルチメディア技術は利用者と提供者が相互に情報交換できなければならない。最近「アーカイブ」という言葉を耳にするようになったが、これは情報の保管場所を意味する。

デジタルミュージアムでは、資料の記録はデジタル・アーカイブ形式であり、従来の調書のイメージを一変する。そして、コンピュータネットワーク技術、特にインターネット技術により、世界中の博物館アーカイブスを共有・相互利用を目指すプロジェクトも成熟しつつある。更に、デジタルミュージアムは、世界的社会における地域共有の情報発信力の向上や地域情報化や産業形成に大きな役割を演ずるという認識が高まっており、世界的な視点で地域的な情報発信を展開する地域同一性の形成に大きな可能性を持つ。これは、単に従来の人間の衣食住、即ち、生活の全てが包含されている物理的な建築空間の中に存在する博物館ではなく、デジタル情報などを扱う博物館という概念を越えて、コンピュータを活用することで、実物と情報を結んだ動的博物館環境を作り出している。言い換えれば、リアルとバーチャル二つの博物館をデジタル技術により有機的に統合した、「情報」と「物理」の両空間に跨る存在としての博物館なのである。

1.1.4 デジタル・アーカイブ

博物館に求められる主な機能は資料の保存と展示である。しかし、この二つは同時に相反する。資料は、展示、調査・研究いずれも、利用すれば程度によって多少の差異はあるが、保存状態を悪化させてしまう。博物館には人類の知的財産を劣化させることなく永遠に保存し、後世に活かすため一般大衆に公開するという大目的がある。そこで、近年のデジタル技術の進歩を背景に、資料の持つ情報を最大限にデジタル化し、電子的に保存し、活用するデジタルアーカイブの概念が生まれた。今でさえ、デジタル技術デジタルミュージアムにおける保存と展示技術の発達によりそれを可能にしているが、発達以前は博物館関係者らにとって長年の夢であった。

アナログでも情報は記録できるが、形あるモノは壊れ、年月とともに破損、劣化し、最終的には消滅する。まして、アナログ記録の複製を原物と同じ水準で行うのは不可能だ。これに対し、デジタルデータは情報損失のない完全な複写が可能である。勿論、情報を記録する媒体自体はいずれ失われてしまう。

保存という目的において非常に優れているデジタルアーカイブであるが、その利用についてもデジタル情報を活かした多くの特性が発揮できる。ここでは、特に四点を挙げる。

第一点は、情報を数値で表現することによる圧縮で、莫大な資料の収集によって生じる物理的空間の限界、即ち施設の狭隘化という深刻な問題を解消する手段となる。

第二点は、コミュニケーションの直接的制御である。博物館は、できるだけ外部に情報を公開すべきであるが、非公開とすべきものもある。その代表例は個人情報である。情報を公開するか否か、暗号技術によって管理することが可能だ。

第三点は、異なる種類の情報を統一的に扱えること。文章は勿論、三次元情報、化学式や各種データ、音や動画などを数値化することで、必要な情報を素早く検索、伝送したり、加工できる。そしてこれらの情報を整理し、互いに関連づけて引き出すことも可能となる。

最後に、永久保存ができること。デジタル情報は加工して再利用できるほか、媒体を定期的に乗継ぐことで、理論的には永遠の保存が可能となる。

以上のように資料のデジタル化は、実物資料の有効利用を促進すると同時に、その利用を減少することで資料の劣化を防ぎ、結果として実物資料を守ることにも繋がる。

1.1.5 企画展

博物館における展示活動には、大きく二つの種類に分けられる。一つは、「常設展示」と呼ばれるもので、常に設置されている展示空間という意味で「常設」と使われている。もう一つは、「企画展示」である。一般的には「企画展」あるいは「特別展」とも呼ばれ、常設展示が、いわばその博物館のベーシックな展示ということに対して、企画展は仮設的な展示となっている。常設展示のみの公開だけでは博物館を何度も利用してもらうにも次第に魅力性に欠けてしまう。企画展示を数多く開催することで、博物館の利用者やリピーターを増やすことに期待している。

特に日本での企画展の注目度は非常に高い。

順位	1日あたり 来場者数	開催期間 合計	企画展名	会場	開催地	開催期間
1	9,436	332,939	北斎展	東京国立博物館	東京	2005年10月25日～12月4日
2	8,678	40,2921	唐招提寺展 国宝 鑑真和上像と盧舎那仏	東京国立博物館	東京	2005年1月12日～3月6日
3	7,066	621,814	ルーヴル美術館展～19世紀フランス絵画 新古典主義からロマン主義へ～	横浜美術館	横浜	2005年4月9日～7月18日
4	6,571	459,972	Vincent van Gogh : the drawings	メトロポリタン美術館	NY	2005年10月18日～12月31日
5	6,387	433,397	Cezanne and Pissarro 1865-85	ニューヨーク近代美術館 (MoMA)	NY	2005年6月26日～9月12日
6	6,043	501,601	Turner Whistler Monet	グラン・パレ	パリ	2004年10月13日～1月17日
7	5,992	425,404	ルーヴル美術館展～19世紀フランス絵画 新古典主義からロマン主義へ～	京都市美術館	京都	2005年7月30日～10月16日
8	5,991	293,551	Thomas Demand	ニューヨーク近代美術館 (MoMA)	NY	2005年4月4日～5月30日
9	5,934	937,613	Tutankhamun and the pharaohs	ロサンゼルス郡美術館 (LACMA)	LA	2005年6月16日～11月20日
10	5,890	518,307	ゴッホ展 孤高の画家の原風景	東京国立近代美術館	東京	2005年3月23日～5月22日

(注) 網掛け部分が日本で行了されたもの
(出典) 観光資源としてのミュージアム 山浦綾香

表 1-4 世界の企画展の来場者数ランキング (1日あたり)

世界の企画展の来場数ランキングによると、日本では、企画展の集客率が高いということがわかる。このランキングから、企画展の上位の展示はとて人々の興味関心が強く、集客が見込めるということが分かる。

日本での企画展示の最上位は、東京国立博物館で行われた北斎展であることから、浮世絵企画が1日当たりの集客率が高いともいえる。

1.2 研究目的

以上の背景をふまえ、博物館における現状や課題、日本の企画展における浮世絵に関する高い集客率より、本研究は、浮世絵に焦点を当て、浮世絵に関するコンテンツの充実を目的とした。そして、「デジタル3D浮世絵システム」を提案した。

背景から、博物館は、いろんな対策で活性しなければ、どんどん閉館に追いやられ、経営が成り立たなくなってしまう。その中で、本研究は魅力的な浮世絵コンテンツで博物館・美術館の集客率を高めることを目的とした。

浮世絵は日本の美術の中で、もっとも広く知られているジャンルである。国内では、写楽や歌川広重、葛飾北斎などの代表作がさまざまな分野で利用されている。また、浮世絵は国内だけでなく、海外からの関心度が非常に高い。葛飾北斎や歌川広重の版画がヨーロッパ近代の絵画や工芸に大きな影響を与え、浮世絵の研究も欧米からはじまったとされている。また、浮世絵のすぐれたコレクションの多くは、ボストン美術館やシカゴ美術館、オランダのライデン美術館あるいはホノルル美術館など、海外の美術館に所蔵されているが、これらは近代になって、浮世絵の価値を見出して精力的に収集した個人のコレクションが核になっている。現在でも欧米には熱心な浮世絵コレクターが数多くおり、ヨーロッパには浮世絵専門の出版社さえ存在する。よって、日本国内だけでなく、海外の方への興味関心を促し、浮世絵だけでなく、日本文化への興味関心を促すことができるのではないかと考えた。

また、上海万博の中国館で行われた、CGで再現された宋代の動く絵巻「清明上河図」が話題になった。古い文化を、新しい技術で再表現することで、集客率を高める可能性があると考えた。



図 1-2 上海万博 中国館

第二章 関連研究

2.1 浮世絵とは

浮世絵は、日本の伝統的な木版画で、本来二次元的な表現様式を特徴としている。江戸の中期、江戸幕府八代将軍吉宗の時代に「浮絵」という一風変わった浮世絵が流行した。その絵は、西洋の幾何学的遠近法を利用して描いた「むかふへくぼみて見ゆる」奥深い空間に、前景の事物が「浮いて」見えるといい、当時の江戸庶民には大変な驚きであったようだ。浮絵が見慣れないものであったのは、それが伝統的な浮世絵の世界に、西洋の遠近法を持ち込んだからである。浮絵は、一時的な流行にとどまったわけではない。大きく変貌を遂げながらも、江戸のまなざしの基層の一つとして幕末まで生き続けた。

当時の浮絵の鑑賞法は、「のぞき絵」というものを使用していた。図 2-1 にのぞき絵を示す。



図 2-1 のぞき絵

のぞき絵は、下の板に浮絵を置き、その絵を傾いた鏡に写し、レンズ越しに鑑賞するものである。直接鑑賞するよりも遠近感が出る。

また江戸時代の浮世絵の鑑賞方法は、のぞき穴のある箱の中にストーリー仕立てにした絵を何枚も仕掛け、説明する人の話に合わせて、その立体的で写実的な絵が入れ替わって行くという「のぞきからくり」(図 2-2)、浮絵を切って組立てて楽しむ「立版古」(図 2-3)と呼ばれている紙製の三次元モデルも登場した。



図 2 - 2 のぞきからくり



図 2-3 立版古

2.2 浮世絵と遠近法

浮世絵では、平行遠近法と幾何学遠近法という代表的な2種類の遠近法が使用されている。

2.2.1 平行遠近法

平行遠近法とは大和絵に用いられていたもので、古くからの日本の伝統的表現方法で、遠くにある物体は上方に描かれ、三次元空間において平行な直線群を、画面上でも平行なままに書くことである。平行遠近法には、消失点が存在しない。図2-4に洛中洛外図を例に示す。等しいサイズのものであれば、画面の手前でも奥でも同じ大きさで描かれる

しかしながら、鑑賞者の視点から見た絵画空間内の奥行きは安定した秩序を保っている。これは、幾何学遠近法に見られる消失点を無限遠に置いた場合とみなすことができる。消失点は、鑑賞者の視点との関係に生じるものであり、平行遠近法においては限定された視点を持たないということになる。

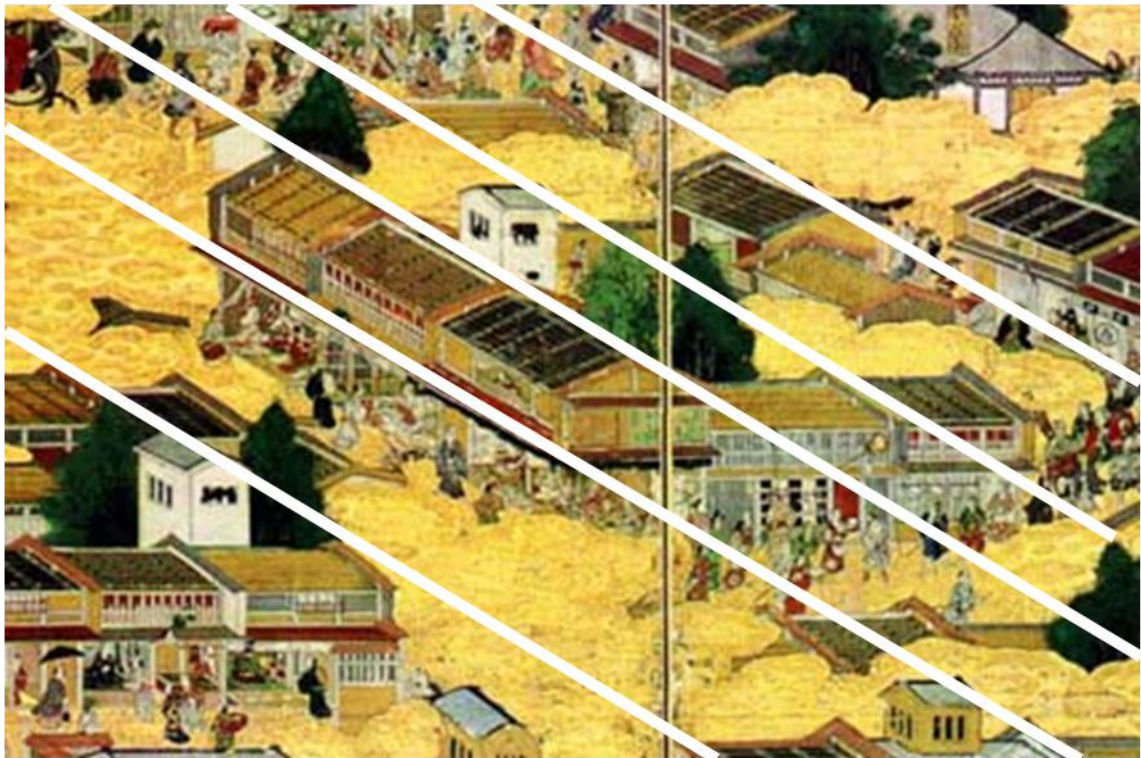


図 2-4 洛中洛外図

2.2.2 幾何学遠近法

また、幾何学遠近法とは、西洋画からもたらされた三次元効果で、江戸時代、八代将軍吉宗によって漢訳洋書の輸入規制が緩められた際、中国を經由し、「中国製の西洋風絵画」によって伝わった。

幾何学遠近法は、遠くの物体は小さく描かれ、平行線は無限遠で消失点が存在する。図 2-5 に消失点が一致した絵画を例に示す。下記の絵は、レオナルド・ダ・ヴィンチの有名な絵画、「最後の晩餐」である。絵中に描いた白い線は平行線で、4本とも同じ場所で交わり消失点になる。

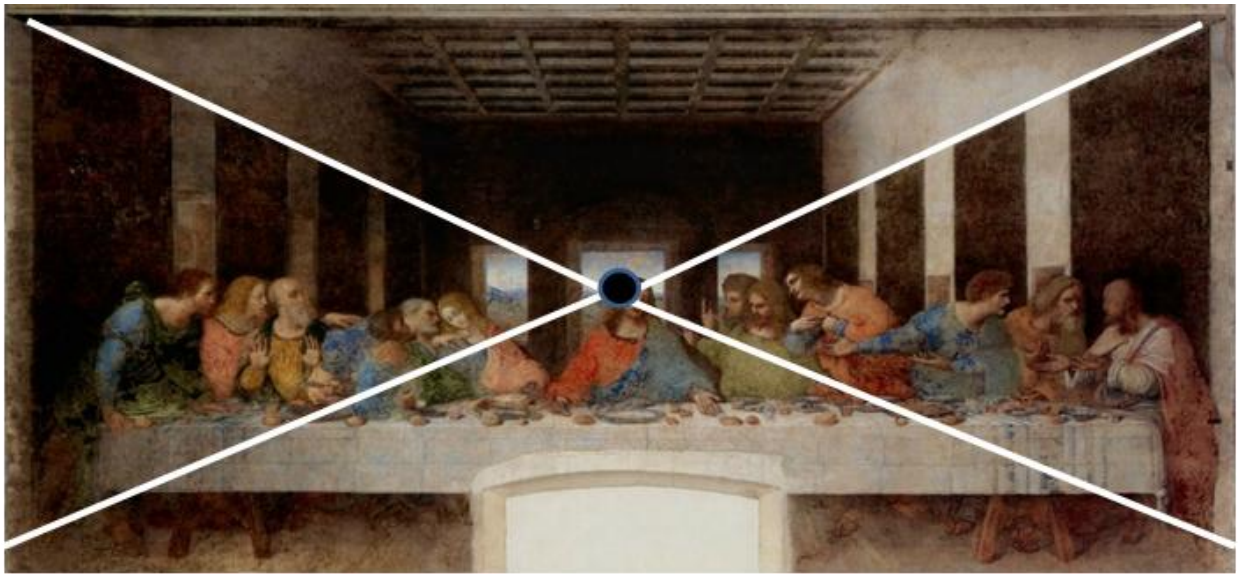


図 2-5 レオナルド・ダ・ヴィンチ「最後の晩餐」

2.2.3 二つの遠近法

二つの遠近法は、絵師によっては共存させて使用した。江戸時代の浮世絵師に奥村政信という者がいた。奥村政信が書いた7点の「大浮絵」には上記の二種類の遠近法が使用されている。図2-6には奥村政信の「芝居顔見世大浮絵」を例に示す。日本古来の平行遠近法と西洋絵画の幾何学遠近法とである。そして、平行遠近法は<遠景>に使用され、幾何学遠近法は<近景>に使用されるのが特色になっている。

幾何学遠近法は、絵画の世界の<近景>と<中景>の情報量を増加させながら、奥行きを知覚させるために使用され、他方で、俯瞰描法として現れる平行遠近法の方は、<遠景>にあって、場を地誌的に説明し理解させるために使用されるのである。



図2-6 奥村政信「芝居顔見世大浮絵」

第三章 デジタル3D浮世絵システム

3.1 デジタル3D浮世絵

3.1.1 デジタル3D浮世絵とは

本システムでは、日本の伝統芸術である浮世絵を最新の技術を使って三次元に再現し、視覚連動効果を使用したデジタル3D浮世絵システムを構築した。本来二次元表現されている浮世絵を遠近法によって作成方法を変え、表示した。本研究では、2つの展示システムを制作した。

一つは表面鏡を使用し、奥行き感を強調するために、ディスプレイに映した浮世絵の画像を反射させ、楽しむもの(図3-1)。もう一つは、額縁を作成し、ディスプレイをその中に埋め込み、直接ディスプレイに表示された浮世絵の画像を見て楽しむというもの。両システムに共通しているものは、Microsoft社から発売されたKinectを使用して、人の頭の動きに合わせて浮世絵を動かす、運動視差による遠近感を体験してもらうことだ。

このシステムでは、鑑賞者の観察位置がKinectを使用して測定され、鑑賞者の観察位置からのイメージがリアルタイムで生成される。そのため、視覚連動効果が使われた相互作用的3D画像を見ることができる。



図3-1 デジタル3D浮世絵システム

3.1.2 Kinect

Kinect とは、Microsoft 社が販売する家庭用ゲーム機「Xbox 360」において、コントローラーを用いずに身体の動き、ジェスチャー、音声などによる操作を可能とする周辺機器である。Kinect にはカメラやセンサーが搭載されており、Kinect の前にプレイヤーが立つと自動的にプレイヤーが認識される。アクションゲームやスポーツ、レーシング、ダンスやフィットネスといった幅広いジャンルで対応できる。センサーは複数人数を同時に認識するため、特に設定しなくても 2 人同時プレイや多人数のマルチプレイが可能である。

Kinect には動作中に青白く光る RGB カラー映像認識用カメラ 1 基、奥行き測定用赤外線カメラ 1 基、赤外線照射発光部 (IR エミッタ) 1 基の三つの光学系センサーと音響センサーとして、4 本のマルチアレイマイクが前面に並びんでいる。本研究には Kinect センサーに「ZOOM for Xbox 360」を設置した。「ZOOM for Xbox 360」は認識距離を縮めることができるので、狭いスペースでもより広範囲で感知することができるようになる。

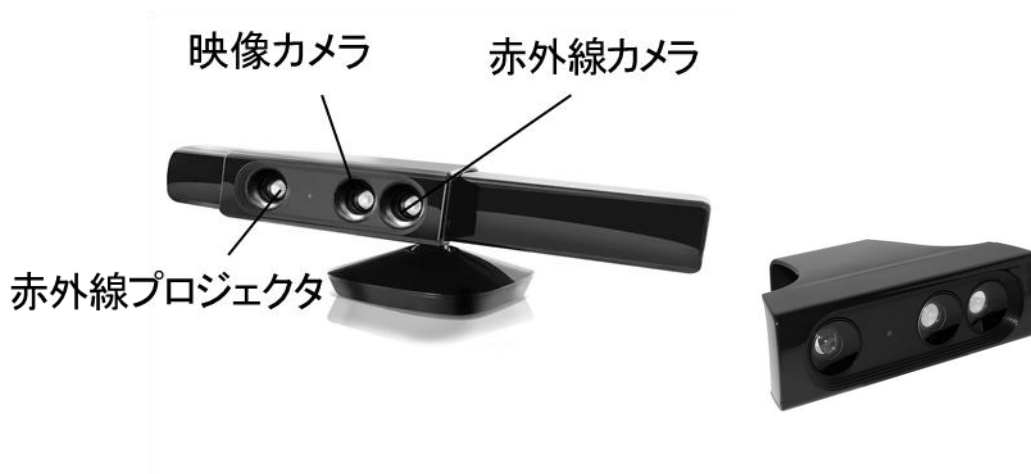


図 3-2 Kinect と ZOOM for Xbox 360

3.1.3 運動視差

人間が立体感を得る要因には生理的要因と心理・記憶的要因がある。生理的要因には両眼視差、運動視差、輻輳、調節など眼の特質から立体感を得ることができる。心理・記憶的要因には静止物の大小や動きのある物体の大小変化、明暗、陰影、コントラスト、遠近画法などを、適度に組み合わせることによって平面的な映像に立体感を持たせ、また立体感に変化を持たせることができる。これは、人間はこれまで見慣れてきた対象物に対して形や大きさなどをある程度覚えており、過去の経験や記憶にもとづいた想像力に助けられ、ある程度の立体感を得ることができるからである。

本研究で利用するものは、運動視差である。運動視差とは、頭を横に動かしながら奥行きのあるものを観察したときに生じる網膜像の時間的な変化だ。図3-3に運動視差の原理を図で示す。

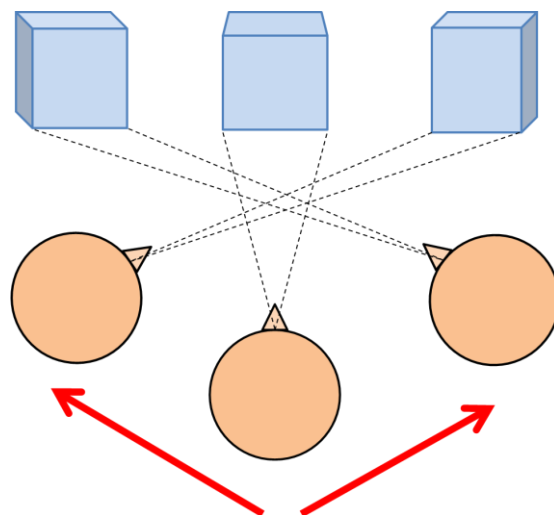


図3-3 運動視差

3.2 システム構成

3.2.1 ミラー式デジタル3D浮世絵システム

ミラー式デジタル3D浮世絵システムとは、表面鏡を使用し、ディスプレイに映した浮世絵を反射させ、虚像を見て楽しむというものである。表面鏡を斜めに設置し、その下に Kinect を設置し、さらに表面鏡に映る浮世絵の画面の大きさを鑑賞者の目線でちょうど良く浮き出て見えるように調整しながら、下にディスプレイを設置する。

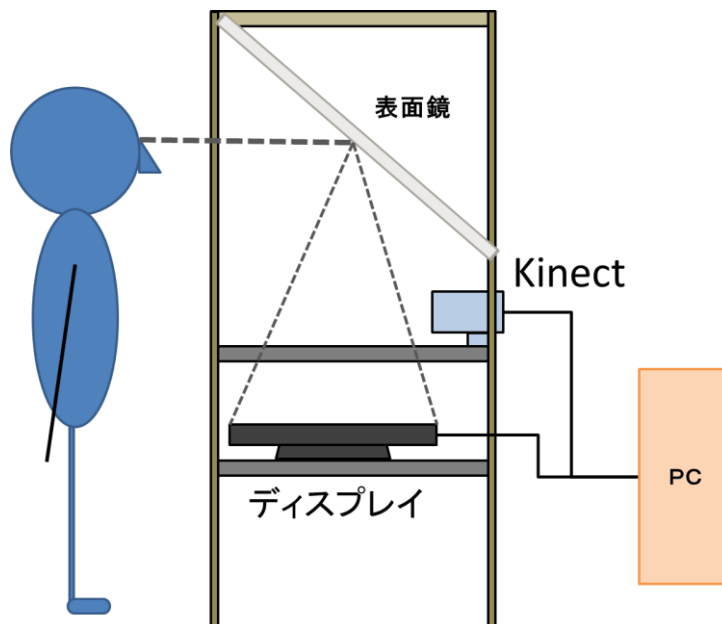


図 3-4 ミラー式デジタル3D浮世絵システム

3.2.2 額縁式デジタル3D浮世絵システム

額縁式デジタル3D浮世絵システムは、額縁を作成し、ディスプレイをその中に埋め込み、直接ディスプレイを見て楽しむというもの。ディスプレイの下に小さな穴をあけ、台を作り、そこにKinectを置き、カメラを穴からのぞかせる。

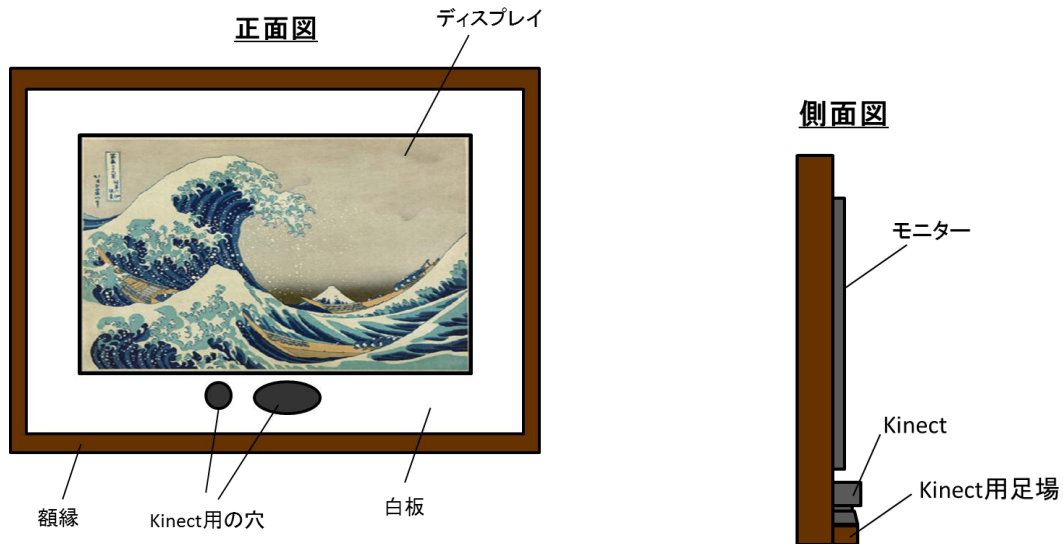


図3-5 額縁式デジタル3D浮世絵システム

3.2.3 Kinect ヘッドトラッキング

Kinect センサーのカメラが写す画面は2種類ある。1つは、赤外線で人の輪郭を検知し、頭の位置を把握している画面（左側）。もう一つは、カメラで実際の状態を映し出している画面（右側）。これを見て、今誰にトラッキングされているのか、Kinect がトラッキングできているかなど確認することができる。

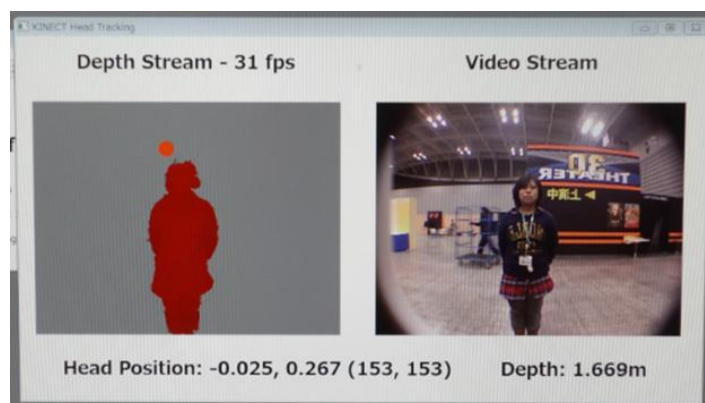


図 3-6 Kinect ヘッドトラッキング画面

3.3 コンテンツ作成方法

3.3.1 二つの遠近法の立体表現

浮世絵では、平行遠近法と幾何学遠近法の2種類の遠近法が使われているが、平行遠近法は3Dで表現するためには絵を距離感ごとに分割し、空間上に層として異なる距離に配置することにより、立体表現を行う。一方、幾何学遠近法はイメージが幾何学遠近法により正確に描かれている場合は、物体の3次元モデルを構築することができる。一度、情景の3次元モデルが構築されると、そのモデルに基づき任意の観察位置から見られるイメージを描くことができる。図3-7に二つの遠近法の立体表現の方法を示す。

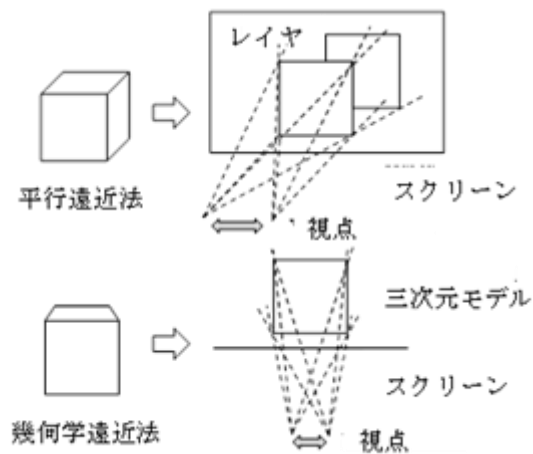


図 3-7 二つの遠近法の立体表現

3.3.2 レイヤ分割による3D表現

浮世絵で使用されている遠近法である、平行遠近法を使用している浮世絵に用いたのは、レイヤ分割によるコンテンツ作成である。平行遠近法とレイヤ分割による3D表現は非常に相性が良い。

作成方法は、元の浮世絵を Adobe Photoshop Elements 6.0 によって、近景・中景・遠景・背景レイヤに切り取る。そして、その近景・中景・遠景・背景の4層レイヤをプログラムで作った空間内に奥行き位置を変えて配置する。また、鑑賞する際動くと、重なる部分が白くなってしまい、絵画として成り立たないため、重なった部分は、周辺映像を拡張して生成する。例では4層レイヤに分けているが、浮世絵によって層の数を減らすことができ、多くすることも少なくすることも可能である。

図3-8に葛飾北斎「神奈川浪裏」の元の画像、図3-9に近景レイヤ、図3-10に中景レイヤ、図3-11に遠景レイヤ、図3-12に背景レイヤを示す。これは、実際にデジタル3D浮世絵のコンテンツで使用したものである。



図3-8 葛飾北斎「神奈川浪裏」元の画像



図3-9 近景レイヤ

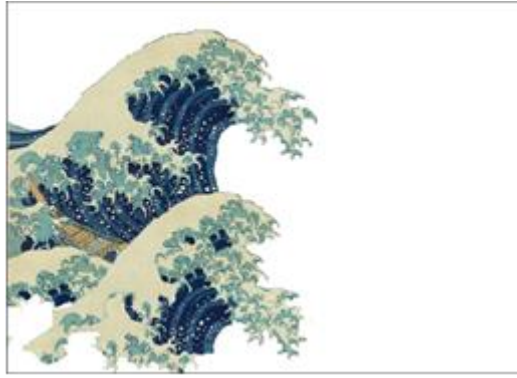


図 3-10 中景レイヤ

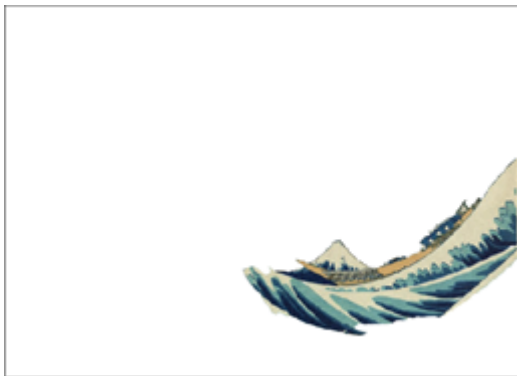


図 3-11 遠景レイヤ

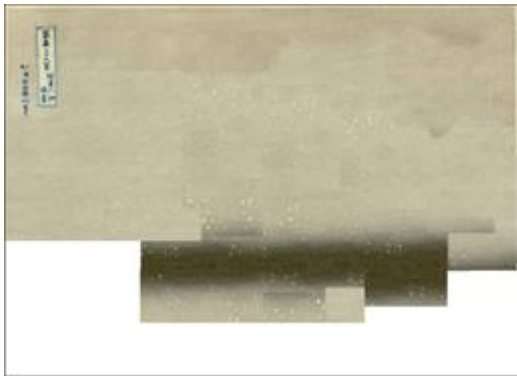


図 3-12 背景レイヤ

3.3.2 幾何学遠近法とレイヤ分割による3D表現

幾何学遠近法が用いられているが、消失点が一致していないところがある。よって部分的に平行遠近法が使われているところは、レイヤ分割を使用した。図3-13に奥村政信「芝居浮絵」を例に消失点の不一致を示す。

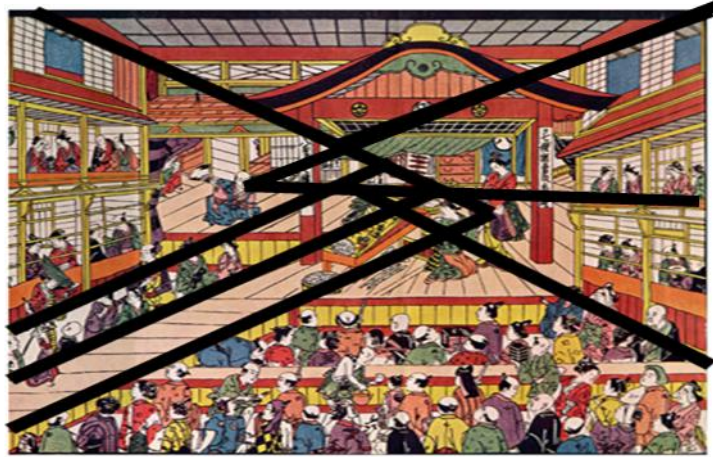


図3-13 消失点の不一致

黒い線で引いたように、消失点が一致していない。消失点が一致している画像の場合、正確なモデル化が可能で、画像を動かすことができる。だが、消失点が一致していない画像の場合は、画像のゆがみが生じ、絵として成立しない。その場合、細かいモデル化は矛盾を生むため、大まかな構造の画像分割が必要であり、制御点を作り生成する。図3-14に制御点を打った画像を示す。制御点を打ち、動かすことで、より正確に絵を表示することができる。



図3-14 制御点

図 3-15 に奥村政信「芝居浮絵」の元の画像、図 3-16 に幾何学遠近法を適応した画像、図 3-17、18 にレイヤ分割した画像を示す。これらは、デジタル 3D 浮世絵のコンテンツに実際に使用しているものである。



図 3-15 奥村政信「芝居浮絵」元の画像



図 3-16 幾何学遠近法を適応した画像

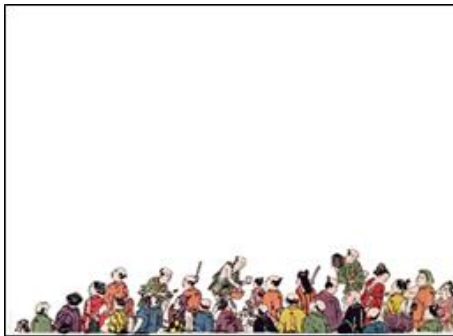


図 3-17 レイヤ分割 1



図 3-18 レイヤ分割 2

第四章 システム評価

4.1 デモ展示の目的

本研究では、システムの評価を行うために、実際にデモ展示を実施した。本章では、我々が提案したシステムによって、遠近感を感じることができたか、本システムによって浮世絵に興味関心を持つことができたか、そしてそれが博物館・美術館への来館意欲につながったかを評価する。なお、今回のデモ展示は、日本科学未来館で2011年10月20日から22日に行われた『ASIAGRAPH2011』、同年12月7日から9日に行われた『ビジュアルメディア EXPO』で実施され、このシステム展示を見た人に対してアンケートをお願いした。

4.2 システム概要

展示システムとして、2種類作成したため、ASIAGRAPHではミラーver. ビジュアルメディア EXPOでは額縁 ver. をそれぞれ展示した。両システムとも Kinect がどこにヘッドトラッキングをしているのか常に確認できるように、システムの隣に画面をいた。鑑賞者の右側には、浮世絵と3D、デジタル3D浮世絵の原理、システム構成や展示コンテンツについて簡単に説明したパネルを用意した。



図 4-1 展示システム (ASIAGRAPH2011)

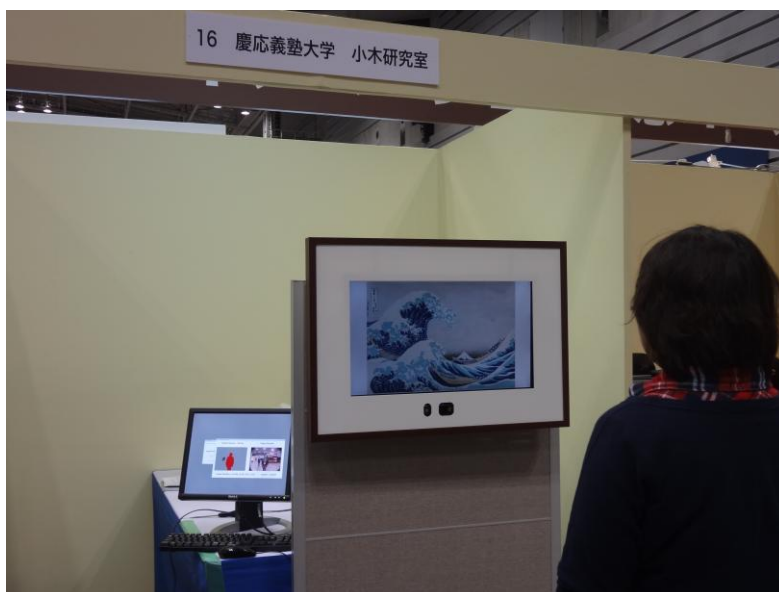


図 4-2 展示システム (ビジュアルメディア EXPO)

4.3 展示コンテンツ

本システムのコンテンツは計3つ作成した。

- ①歌川広重 東海道五十三次より『蒲原 夜の雪』(図4-3)
- ②葛飾北斎 富嶽三十六景より『神奈川沖浪裏』(図4-4)
- ③奥村政信『芝居浮絵』(図4-5)

うち①・②の2つは平行遠近法を使用されている浮世絵で、レイヤ分割による3D表現を行い、③は幾何学遠近法とレイヤ分割による3D表現を行った。



図4-3 歌川広重『蒲原 夜の雪』



図4-4 葛飾北斎『神奈川沖浪裏』



図4-5 奥村政信『芝居浮絵』

4.4 アンケート項目

2つの展示会で行ったアンケート項目は、全部で8つである。性別、年齢、博物館への来館頻度、浮世絵への興味関心、コンテンツの奥行きをどのくらい感じたか、デジタル3D浮世絵を見たことでの浮世絵への興味喚起できたか、実際にシステムが博物館に導入された場合の来館意欲向上、意見感想記入欄である。図4-6に実際に使用した研究アンケートを示す。

研究アンケート

このアンケートは、慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科・小木研究室の研究に使用されるものです。ご協力をお願いいたします。

1. あなたの性別をお答えください。
 - 男 女
2. あなたの年齢をお答えください。
 - 10代 20代 30代 40代
 - 50代 60代 70代 80才以上
3. どのくらいの頻度で美術館、博物館に行かれますか。
 - 週1回以上 月1回以上 半年に1回以上 年1回以上 年1回来ず
4. 浮世絵には興味がありますか。
 - とてもある ある どちらでもない ない まったくない
5. デジタル3D浮世絵をご覧になって、遠近感を感じましたか。
 - ・歌川広重 東海道五十三次「新原 夜の間」
 - とても感じた 感じた どちらでもない 感じなかった まったく感じなかった
 - ・葛飾北斎 富嶽三十六景「神奈川沖浪裏」
 - とても感じた 感じた どちらでもない 感じなかった まったく感じなかった
 - ・奥村政信 「芝居浮絵」
 - とても感じた 感じた どちらでもない 感じなかった まったく感じなかった
6. デジタル3D浮世絵をご覧になって浮世絵に対する興味が増しましたか。
 - とても増した 増した どちらでもない 増さない まったく増さない
7. デジタル3D浮世絵が実際の博物館に入りましたら、行ってみたいと思いますか。
 - とても思う 思う どちらでもない 思わない まったく思わない
8. ご意見、感想などございましたら、ご記入ください。

ご協力ありがとうございました。

慶應義塾大学院 システムデザイン・マネジメント研究科
小木研究室

図4-6 研究アンケート

4.5 アンケート結果

結果は次のようになった。ASIAGRAPH2011 ではミラー式システム、ビジュアルメディア EXPO では額縁式システムを使用したため、別のグラフで表示する。また、グラフ内の数字はすべて人数を示している。ASIAGRAPH2011 の結果は左、ビジュアルメディア EXPO の結果は右に表示する。

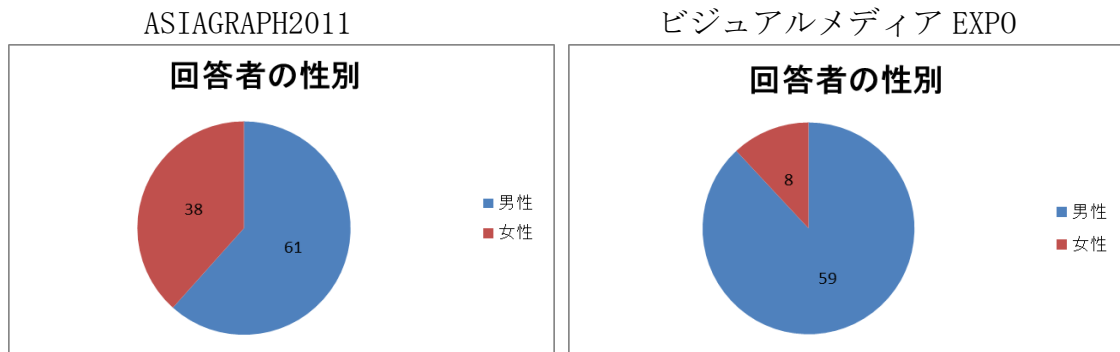


表 4-1 回答者の性別

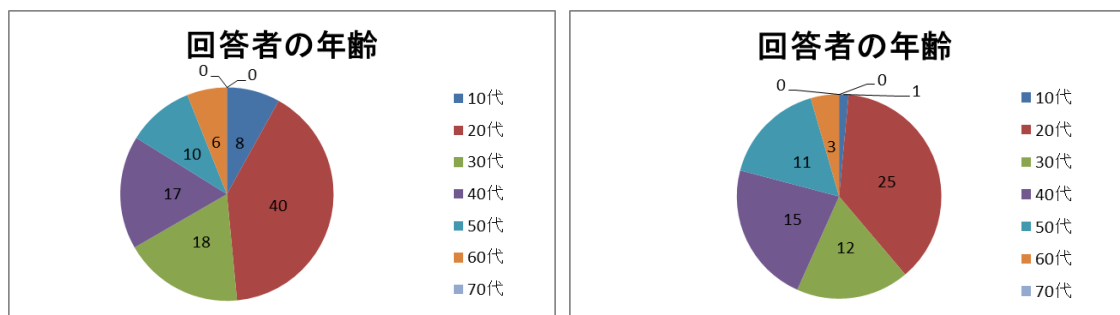


表 4-2 回答者の年齢

表 4-1 に回答者の性別、表 4-2 に回答者の年齢を示す。

ASIAGRAPH2011 で3日間のデモ展示、ビジュアルメディア EXPO で3日間のデモ展示、計6日間のデモ展示を通して、多くの人に3D浮世絵システムを体験してもらうことができた。またそのうち、ASIAGRAPH2011 では99名、ビジュアルメディア EXPO では67名、計166名からアンケートの回答を得ることができた。回答者の約7割が男性で、残りの3割が女性であった。また、年齢は20代が最も多く回答していただいた。

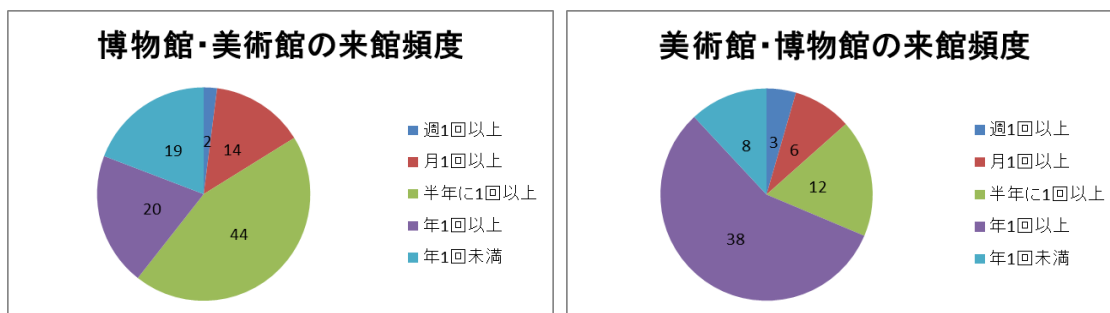


表 4-3 博物館・美術館の来館頻度

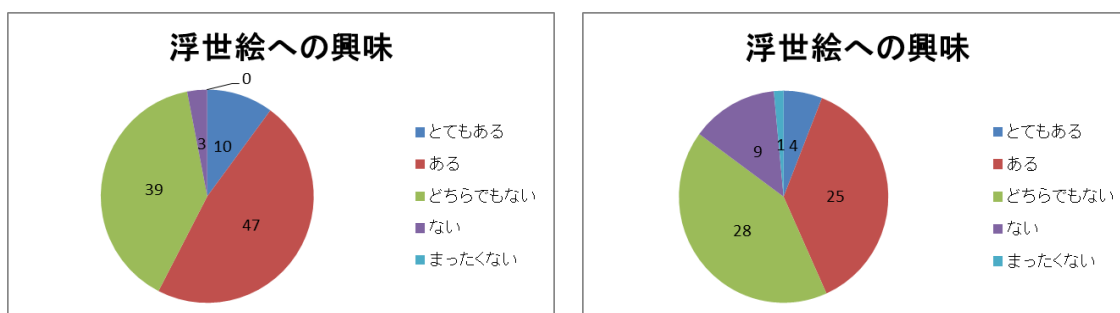


表 4-4 浮世絵への興味

表 4-3 は、博物館・美術館の来館頻度、表 4-4 は浮世絵への興味を示す。
 まず、美術館や博物館へのどのくらい行くかという質問については、ASIAGRAPH2011 では半年に 1 回以上の項目が約 5 割を占め、ビジュアルメディア EXPO では年 1 回以上が約 6 割を占めた。次に浮世絵に興味があるかという質問については ASIAGRAPH2011 では平均値 3.65、ビジュアルメディア EXPO では平均値 3.33 であった。

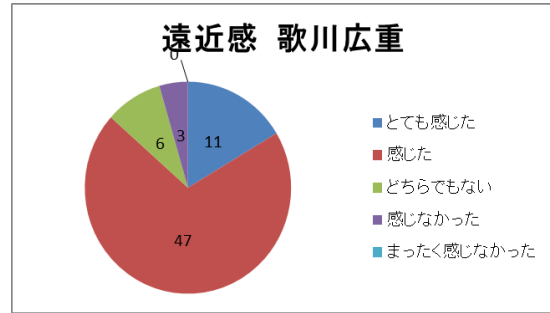
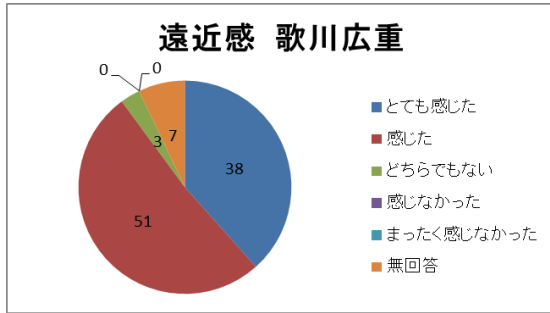


表 4-5 遠近感 (歌川広重)

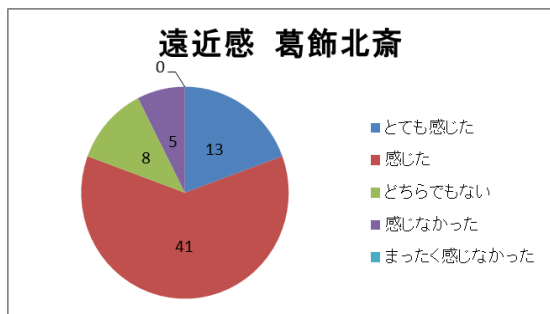
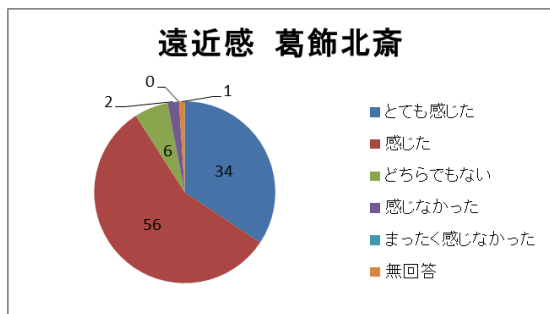


表 4-6 遠近感 (葛飾北斎)

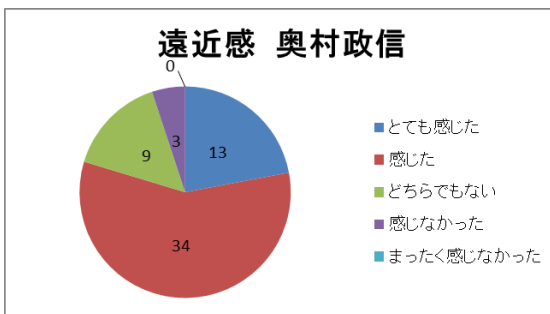
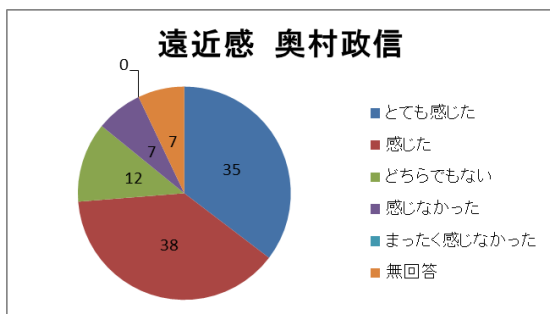


表 4-7 遠近感 (奥村政信)

表 4-5~7 まで、コンテンツごとに遠近感を感じたかどうかを示す。上から、歌川広重、葛飾北斎、奥村政信の順に表を表す。

デジタル 3D 浮世絵を見て、遠近感を感じたか、それぞれのコンテンツで質問した。歌川広重 東海道五十三次「蒲原 夜の雪」は、ASIAGRAPH2011 では平均値 4.07、ビジュアルメディア EXPO では平均値 3.99 であった。葛飾北斎 富嶽三十六景「神奈川沖浪裏」は、ASIAGRAPH2011 では平均値 4.20、ビジュアルメディア EXPO では平均値 3.93 であった。奥村政信「芝居浮絵」は、ASIAGRAPH2011 では平均値 3.81、ビジュアルメディア EXPO では平均値 3.97 であった。

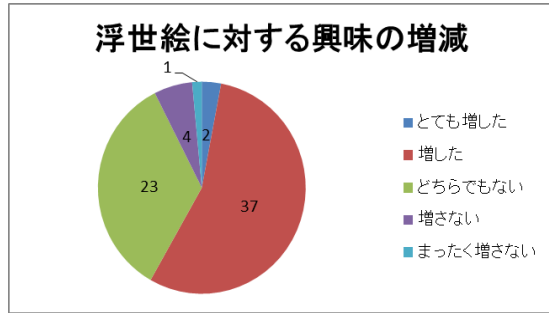
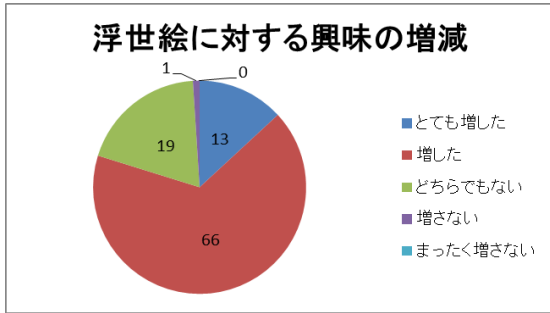


表 4-8 浮世絵に対する興味の増減

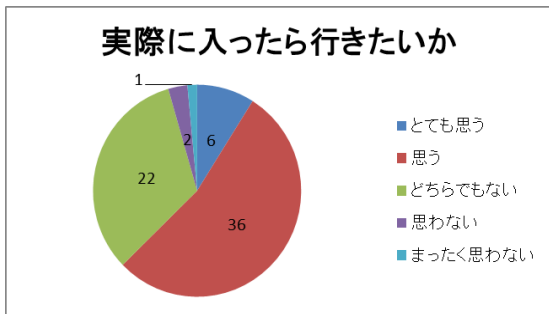
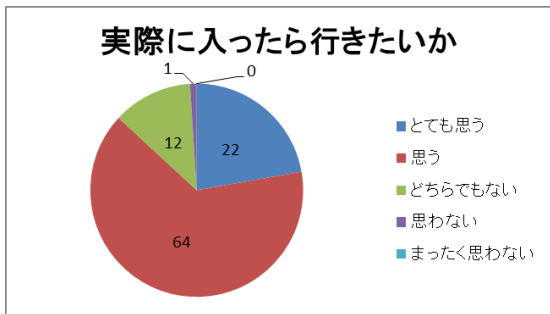


表 4-9 デジタル 3D 浮世絵システムの導入による来館意欲の変化

表 4-8 はデジタル 3 D 浮世絵システムを体験し、その後浮世絵に対して興味が
増えたか減ったかを表すグラフ、表 4-9 はデジタル 3 D 浮世絵システムを導
入した際、実際に博物館や美術館に行きたいかどうかを表したグラフを示す。

デジタル 3 D 浮世絵を見て、浮世絵に対する興味が増したかという質問につ
いては、ASIAGRAPH2011 では平均値 3.92、ビジュアルメディア EXPO では平均値
3.52 であった。最後に、デジタル 3 D 浮世絵が実際の博物館に入ったら、行っ
てみたいかという質問については、ASIAGRAPH2011 では平均値 4.08、ビジュ
アルメディア EXPO では平均値 3.66 であった。

図 4-6 に ASIAGRAPH2011 での展示の様子、図 4-7 にビジュアルメディア EXPOでの展示の様子を写真で示す。多くの方々に見て、体験していただいた。



図 4-7 ASIAGRAPH2011 展示の様子

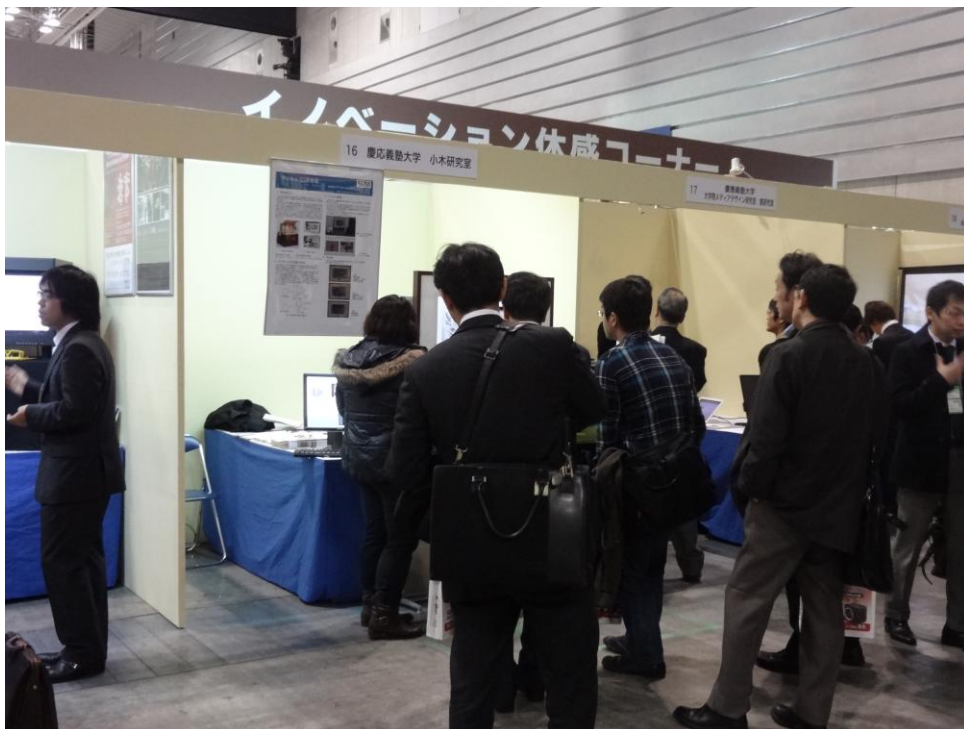


図 4-8 ビジュアルメディア EXPO 展示の様子

4.6 アンケート結果の考察

ASIAGRAPH2011 とビジュアルメディア EXPO で、鑑賞者の年代や職業がやや異なっている。ASIAGRAPH は日本科学未来館で行ったこともあり、家族連れや学生が多く感じた。一方、ビジュアルメディア EXPO では、企業向けの展示会だったこともあり、ビジネスマンが多かった。

博物館への来館頻度は、ASIAGRAPH2011 では半年に1回が一番多く、ビジュアルメディア EXPO では年に1回が一番多く見られた。この結果から、ASIAGRAPH2011の方がより芸術関連に興味がある人たちが多く来ているということが分かる。これは、上記に示したが展示会の対象者が違うということから得られた結果であると考ええる。

来館頻度はあまり高くないものの、浮世絵への興味関心は高い。中でも、外国の方へのアンケートにおいて、浮世絵の関心度は非常に高かった。

このシステム評価の中で主な項目である「デジタル3D浮世絵によって奥行きを感じたか」という項目では、3つのコンテンツそれぞれ非常に高い評価が出た。またさほど差はないが、レイヤ分割で作成した歌川広重 東海道五十三次「蒲原夜の雪」と葛飾北斎 富嶽三十六景「神奈川沖浪裏」はミラー式での評価が高い。また奥村政信「芝居浮絵」は額縁式の方がミラー式に比べ評価が高い。よって、レイヤ分割で作成したものはミラー式と相性がよく、線遠近法とレイヤ分割で作成したものは額縁式のシステムと相性がいいように考える。

また、デジタル3D浮世絵システムを鑑賞したことでの浮世絵への興味の増減とシステム導入の際の来館意欲向上に関して、ASIAGRAPH2011の方は評価が高かったが、ビジュアルメディア EXPOの方は若干評価が低かったように思える。これは、システムの違いによるものだと考える。ミラー式は、あまり見たことがない装置であり新鮮なのに対し、額縁式は、美術館と同じように展示されているため、少し新鮮さに欠けたように思える。だが、両展示とも、もともと、博物館や美術館に滅多にいかないという人にも興味を持っていただけ、さらに博物館などでも見てみたいと、来場意欲にもつながっている。

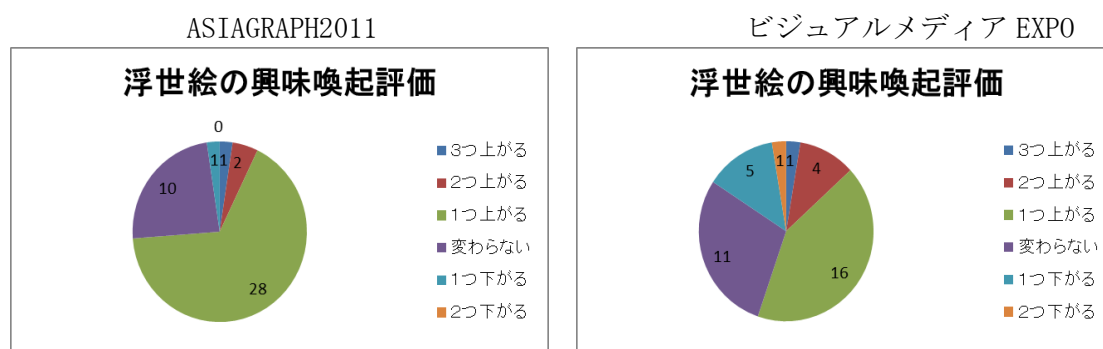


表 4-10 浮世絵の興味喚起評価

また、アンケートの「浮世絵に興味があるか」の項目で<どちらでもない・ない・まったくない>を答えた人を対象に、デジタル3D浮世絵システムを鑑

賞した後、興味が増したかどうか分析した。これは、はじめに「浮世絵に興味があるか」の評価が鑑賞後、どのくらいの段階で上がったかを調べる。表 4-10 にその結果を示す。

この結果から、浮世絵に、はじめは興味がなかった人も、デジタル 3D 浮世絵システムを鑑賞した後、浮世絵への興味喚起がされていることが言える。これは同時に、デジタル 3D 浮世絵システムが多くの人に受け入れられているということも考えられる。

このシステムの問題点は、大人数で見るとの対策が挙げられる。このシステムは、一人の頭にトラッキングするため、大勢で鑑賞する際、トラッキングされていない人にとっては最適な鑑賞ではないということになる。また、会場で実際に起きたことだが、大勢で鑑賞すると、Kinect が頭を検知できず、トラッキングされなくなり、固まってしまった。Kinect に一度カメラを遮り、撮影画像をリセットさせて問題を解決していたが、やはりスムーズにするためにはより一層の改善が必要である。

第五章 Kinect による人間の動きに関する実験

5.1 実験目的

本システムに使われている Kinect にはカメラがついており、撮影することができる。このシステムが、自分が動いて鑑賞するものなので、実際鑑賞者がどのように動いて鑑賞しているかを撮影し、分析した。それによって、この本システムが興味関心を喚起させることができたか、この展示の長所・短所が把握することができ、改善することができる。

5.2 実験環境

本システムは、現在常設展示をさせていただいている元町・中華街にある横浜大世界内にあるトリックアートミュージアムで実験させていただいた。トリックアートミュージアムは、5階から8階まで展示がされており、上から順に作品を見ていく。本研究は5階にあり、来館者は順序の最後の方で鑑賞することになる。また、横浜大世界は家族での来館が非常に多いので、土日祝日の来館者が増えるため、三連休の中間日程に実験を行った。

また、ここでの実験は額縁式デジタル3D浮世絵システムを利用し、実験を行う。



図 5-1 横浜大世界外観

5.3 実験方法

5.3.1 トリックアートミュージアムでの実験方法

横浜大世界のトリックアートミュージアムが開館している日の1日のデータを分析する。純粹に、鑑賞者がどのように体験しているかを知りたかったため、鑑賞している際には立ち会わなかった。Kinect で撮影されたデータは画像ファイルで保存される。1秒間に約5枚撮影される。また、展示スペースには、作品の説明や鑑賞方法の掲示がされている。



図 5-2 鑑賞者画像データ

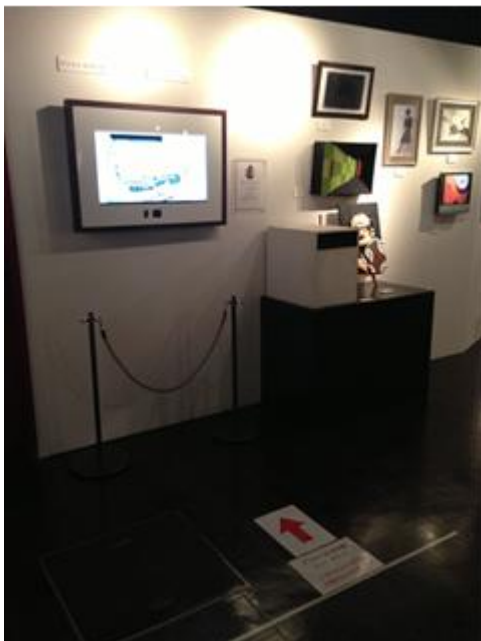


図 5-3 展示スペース



図 5-4 展示スペースの掲示

5.3.2 データ分析の方法

横浜大世界で使用しているPCにデータが蓄積され、そのデータをHDに取り込み、持ち帰り分析した。分析方法は、20万個近いjpgデータをmovie (AVIファイル) に変換する。変換の際に使用したソフトは、以下のものである。

動作環境

ソフト名：	MGen
動作OS：	Windows XP/Me/2000/98
機種：	IBM-PC
種類：	フリーソフト
作者：	スターメディアソフト

図 5-5 MGen の動作環境

データ変換した AVI ファイル中から、実際に体験している人の部分を抽出し、動画を再生しながら、人数、滞在時間、閲覧時間、鑑賞タイプを記録していく。

5.4 実験結果

今回の実験の結果を表5-1に提示する。表5-1に、来客数、鑑賞者総人数、鑑賞総時間、閲覧時間、1人当たりの鑑賞総時間、1人当たりの閲覧時間をまとめた。

10時～15時の間にデジタル3D浮世絵システムの前を通った来客数は287名、その中でシステムの前に立ち止まり、実際に鑑賞した人の総人数は234名だった。また総時間は1,618秒、閲覧時間は1,264秒であった。ここで言う総時間というのは、デジタル3D浮世絵システムを見始めてから、他の展示に目がいくまでの時間をいい、閲覧時間というのは、実際にデジタル3D浮世絵を体験している時間をいう。総時間と閲覧時間をそれぞれ1人当たり計算すると、1人当たりの総時間は6.9秒、1人当たりの閲覧時間は5.4秒であった。

来客数	287
鑑賞者総人数	234
総時間 (秒)	1618
閲覧時間 (秒)	1264
1人当たりの総時間 (秒)	6.9
1人当たりの閲覧時間 (秒)	5.4

表5-1 実験結果 (人数と時間)

また、鑑賞者がどのように見ているかを、タイプごとにどれくらいいるか、分析した。鑑賞タイプを動作1、動作2、表情の3つに分け、さらに細かくタイプを分けた。細かいタイプは全部で13種類に分けられる。

		(人)	(%)
鑑賞タイプ	動作1	左右に動いた	183 78%
		上下に動いた	45 19%
		見ただけ	42 18%
		飛んだ	30 13%
		近寄る	25 11%
		体を上下に回す	10 4%
		手を動かす	5 2%
		子どもを持ち上げる	3 1%
		手をかざす	2 1%
		一回転する	1 0.10%
	動作2	3Dメガネをかける	2 1%
		Kinectを触る	1 0.10%
	表情	笑う	95 41%

表5-2 実験結果 (鑑賞タイプ)

実際に撮影した画像で、鑑賞タイプを以下で表す。

A. 左右に動いた



図 5-6 鑑賞タイプ (左右に動いた)

B. 上下に動いた



図 5-7 鑑賞タイプ (上下に動いた)

C. 見ただけ



図 5-8 鑑賞タイプ (見ただけ)

D. 飛んだ



図 5-9 鑑賞タイプ (飛んだ)

E. 近寄る



図 5-10 鑑賞タイプ (近寄る)

F. 体を上下に回す



図 5-11 鑑賞タイプ (体を上下に回す)

G. 手を動かす



図 5-12 鑑賞タイプ (手を動かす)

H. 子どもを持ち上げる



図 5-13 鑑賞タイプ (子どもを持ち上げる)

I. 手をかざす



図 5-14 鑑賞タイプ (手をかざす)

J. 一回転する



図 5-15 鑑賞タイプ (一回転する)

K. 3D メガネをかける



図 5-16 鑑賞タイプ (3D メガネをかける)

L. Kinect を触る

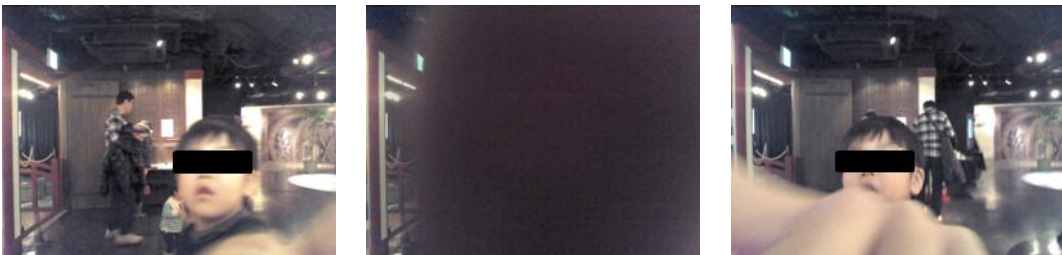


図 5-17 鑑賞タイプ (Kinect を触る)

M. 笑う



図 5-18 鑑賞タイプ (笑う)

5.5 実験考察

この実験によって、分かったことを提示していく。

まず来客数のうち、実際にデジタル3D浮世絵システムを鑑賞した人は、82%だった。これは、高い数値である。多くの人が、このシステムに興味を持ち、立ち止まって鑑賞していただいたということだと言える。

次に鑑賞タイプで一番多いのは【左右に動いた】で、次いで【上下に動いた】であった。作成側の予想通りの結果となった。【左右に動く】がもっとも多い理由は、ビュースポットの床に、左右に動きながら鑑賞するよう説明がしてあったからだ。だが、鑑賞者総人数のうち、この説明を見た人は132人だったため、50人は自発的に動いたということになる。よって、このデジタル3D浮世絵システムの鑑賞方法として、一番自然な動きというのは、左右に動くことである。

また表情では、【笑う】という行動をした人が41%であった。“笑う”ということは、楽しんでいる、面白いなどプラスの要因であると捉えることができる。よって、鑑賞した後、楽しい、面白いと思っていただけているのではないかといえる。

意外な行動であったのは、【3Dメガネをかける】、【一回転をする】であった。【3Dメガネをかける】というのは、デジタル3D浮世絵の展示ブースの前に3Dメガネをかけて鑑賞するブースがあるからだと予測できる。これは、“3D＝メガネをかけて見るもの”というのが、少なからず、頭にあるからであろう。また【一回転をする】というのは、まったく予測していなかった。体を上下に回しながら動かすというのは、予測もでき、実際鑑賞者の中に10名ほどいた。なぜ、【一回転をする】という行動に出たのかは、推測の範囲だが、この鑑賞者は、3度ほど繰り返しデジタル3D浮世絵システムの前に来て体験している。その際、左右に動く、上下に動く、飛ぶという行動はもう体験済みで、違う動きをしてシステムの動きを確かめたかったのではないだろうか。

この実験によって、問題点も出てきた。

まず、【見ただけ】という項目に42名、全体で18%の人がいるという点だ。この展示システムは説明書きが無くとも理解することができ、鑑賞できるのが理想である。実際には、鑑賞方法を瞬時に理解する人と、なかなか把握できず立ち止まったままの人、システムの前に立ったものの、鑑賞方法が分からず、すぐに去ってしまった人がいた。これは、作成側にとってとても不本意な結果である。浮世絵への興味喚起が目的なのにもかかわらず、鑑賞方法が分からないとなれば、問題である。これは、展示説明が無くとも、鑑賞することができるように、改善しなければならない。

次に、【子どもを持ち上げる】、【手を動かす】というタイプから、考えられることは、子どもの後ろに大人がいる際に、大人にトラッキングされてしまい、子どもが鑑賞できていないということ、頭の動きに合わせて絵が動くという説明書が見えておらず、手を振って、絵を動かそうとしているということだ。このシステムの改善点だが、機械1台に対して、1人しかトラッキングできないため、大人数で鑑賞すると、トラッキングされていない人には綺麗に見えてい

ないことになる。これは、子どもと大人が重なって鑑賞しているときにも言える。Kinect に人の背の高さを感知させ、それによって、画面を見やすいように動かしたりなど、システムに導入することができれば、より多くの人に楽しんでいただけたのではないかと考える。

第六章 結論

本研究の大きな目的として、浮世絵への興味喚起、博物館の来場者向上を目的に研究を行ってきた。浮世絵に興味がある人には、本研究で制作した「デジタル3D浮世絵システム」が多くの方に受け入れてもらい、また浮世絵に興味を持たない人には、興味喚起してもらえるようなコンテンツ制作を作らなくてはならないと分かった。実際に、2つの展示会と横浜大世界での常設展示において、多くの方に鑑賞してもらい、このシステムを博物館に導入することによって、来館意欲を向上させることができるのではないかと考える。それは、浮世絵に興味を持っていなかった人も浮世絵に対する評価が上がるという結果が出たためである。

「デジタル3D浮世絵システム」は、博物館や美術館に常設展示するために制作してきた。鑑賞システムなので、多くの人に体験し、鑑賞してもらえる機会が多く、色んな方に意見、感想をいただくことができたことが、本研究にとって大きなもととなった。

その中で非常に多かったのは、もっと大きな画面で見たいということであった。まるで、自分が浮世絵の世界に入ったかのような臨場感を体験してみたいというのが多かった。実際、浮世絵というものはあまり大きなものではないのだが、大型浮世絵として、大画面に写し、大画面の浮世絵が自分の頭の動きに合わせて動くというのは、実際に見てみたいと考え、本研究科のCDF教室の大画面にて、実験を行った。図6-1にその時の写真を示す。



図6-1 CDFでの実験

大画面に映すと、迫力が増す。絵を動かすために大きく頭を動かす必要があり、また絵がゆっくりと動くので、改善しなければならない。また、大画面に映すことによって、浮世絵の加工部分をさらに丁寧に作成する必要がある。現在は手作業で行っているが、自動生成できるシステムを導入することができたら、より多くのコンテンツを作成することができる。展示をする際は、多くのコンテンツを作成していく必要がある。

本研究の遠近法に関する部分において、このデジタル3D浮世絵システムによって、遠近感というのは非常に感じていただくことができた。多くの方に鑑賞していただいて、浮世絵によって、遠近法の用いられ方が異なっており、その遠近法に合わせて、コンテンツを作成する必要があると分かった。また、本研究では2つのシステムを制作したが、浮世絵によって、展示システムを変えることによって、さらにより良い展示ができるのではないかと考える。

鑑賞者の中には、「デジタル3D浮世絵システム」に浮世絵以外の二次表現されたものでもコンテンツに可能かということも多く聞かれた。このシステムは、浮世絵に特化したものではないので、遠近法を使われているものであれば、絵画・写真などでも可能であると考え。そのため、博物館の展示内容によってコンテンツを変えることができるので、多くの場所で展示できる。

本来、本研究は、博物館や美術館での導入を目的としていて、いわば美術分野での利用を考えている。「デジタル3D浮世絵システム」は、二次元表現のものを三次元表現することが可能である。「デジタル3D浮世絵」の今後の展望として、新たな可能性がうまれた。人の動きに合わせて、画面が動くという点で、遠隔医療や航空機の表示画面での再利用が可能ではないかと意見をいただいた。機械1対人間1で成り立つシステムなので、遠隔医療などでの利用は期待できると考える。

今回、多くの鑑賞者に体験してもらうことで、この「デジタル3D浮世絵」の可能性を強く感じる事ができた。この研究で、浮世絵に興味を持ち、博物館の活性化に少しでも貢献でき、さらには日本文化への興味喚起へ少しでも役立てることができれば、幸いである。

謝辞

本論文の執筆にあたり、慶應義塾大学システムデザイン・マネジメント研究科の小木哲朗教授、副査の中野冠教授、神武直彦准教授、小木研究室所属の立山義佑助教、Hasup Lee 助教から多くのご指導を頂きました。また、Kinect 関連の手伝いをしてくれた小木研究室の Lu Hao 君を始め研究室の同級生の皆にも心から感謝申し上げます。

浮世絵に関して、日比谷孟俊 SDM 研究所顧問、長野県にあります日本浮世絵博物館 理事長・館長の酒井邦男様に多くのご指導、ご協力をいただくとともに、本研究を行うにあたり、展示環境や多くの助言をいただきました。心から感謝申し上げます。

また、現在常設展示を行っている横浜大世界トリックアートミュージアムの館長長田様、鈴木様にはお忙しい中、実験環境とお時間を提供していただきました。心から感謝申し上げます。

また、被験者として、たくさんの方々にご協力をいただきました。深く感謝申し上げます。

体調を崩し、多くの方々にご迷惑、ご心配をおかけいたしました。ここまで、執筆できましたのも、皆様のご協力によるものだと、心から感謝しております。この研究に関わってくださった皆様、本当にありがとうございました。

慶應大学システムデザイン・マネジメント研究科
小木研究室
池田 絵里香

参考文献

- 【1】岸文和：江戸の遠近法－浮絵の視覚－,勁草書房,1994
- 【2】岡泰正：めがね絵新考 浮世絵師たちがのぞいた西洋,筑摩書房,1992
- 【3】大久保純一：広重と浮世絵風景画,東京大学出版会,2007
- 【4】横地清：遠近法で見る浮世絵 政信・応拳から江漢・広重まで,三省堂,1995
- 【5】大久保純一：カラー版 浮世絵,岩波書店,2008
- 【6】諏訪春雄：日本人と遠近法,筑摩書房,1998
- 【7】千住博：美術の核心,株式会社文藝春秋,2008
- 【8】三井秀樹：形とデザインを考える 60 章 縄文の発想から CG 技術まで,平凡社,2001
- 【9】林部敬吉：3次元視研究の展開,酒井書店,2004
- 【10】小林克：新博物館学－これからの博物館経営－,同成社,2009
- 【11】千地万造・木下達文：ひろがる日本のミュージアム－みんなで育て楽しむ文化の時代－,晃洋書房,2007
- 【12】Erika Ikeda, Hao Lu, Yoshisuke Tateyama, Tetsuro Ogi: Digital 3D Ukiyo-e, ASIAGRAPH 2011 in Tokyo, pp.107-108, Odaiba, 2011.10.20-22
- 【13】資延香里, 空間型 AR 技術を用いたデジタルミュージアムに関する研究,2011
- 【14】山浦綾香：海外交通事情 観光資源としてのミュージアム
- 【15】京子：デジタルミュージアムにおける保存と展示,情報システム開発研究ゼミナール
- 【16】仲谷兼人：浮世絵版画の空間表現,浮絵と遠近法を中心として,大阪樟蔭女子大学人間科学研究紀要 5, 57-69, 2006-01-31
- 【17】池上英洋: 工業デザインと遠近法 デイセーニョの技法と概念の成立におけるレオナルド・ダ・ヴィンチの寄与, 恵泉女学園大学紀要 21, 127-148, 2009-02
- 【18】池上英洋：空間性の均質化への、遠近法とデザインの寄与 東洋の空間性に関する造形言語の、西洋における受容, 恵泉女学園大学紀要 20, 179-201, 2008-02
- 【19】小沢一雅:遠近法尺度からみた浮世絵の一考察,情報処理学会研究報告.
- 【20】小沢一雅: 絵画における遠近法表現と 3次元世界の対応関係, 情報処理学会研究報告. 人文科学とコンピュータ研究会報告 2003(107), 17-24, 2003-10-24 一般社団法人情報処理学会