

Title	AR技術を利用した現実世界とリンクする博物館展示
Sub Title	Museum Exhibition Linking with the Real World by Using Augmented Reality Technology
Author	関口, 健太郎(Sekiguhi, Kentaro) 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	2013
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2013年度システムデザイン・マネジメント学 第137号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002001-00002013-0035

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.

AR 技術を利用した現実世界とリンク する博物館展示

関口 健太郎
(学籍番号 : 81233310)

指導教員 小木 哲朗

2014 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

Museum Exhibition Linking with the Real
World by Using Augmented Reality
Technology

Kentaro Sekiguchi
(Student ID Number : 81233310)

Supervisor Tetsuro Ogi

March 2014

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

論 文 要 旨

学籍番号	81233310	氏 名	関口 健太郎
論文題目： AR 技術を利用した現実世界とリンクする博物館展示			
<p>(内容の要旨)</p> <p>近年、博物館は多様化しており、その数も20年前から2倍に増加している。しかし、博物館の来館者数は横這いの一途を辿っており、また、昔から続く博物館の展示内容に不満や飽きを感じている鑑賞者も増えてきている。このような多様化している博物館を魅力的な施設にし、新規層・リピーターを獲得することは博物館の共通課題である。このような博物館の共通課題に対して、様々な方向からの先行研究や先行事例がなされてきた。例えば、多額の予算をかけて大規模な宣伝を行う特別展や、デジタル技術を博物館の展示に活かし、展示品の「モノ」以上の雰囲気伝えるデジタルミュージアムプロジェクト、そして、SNSやブログなどのインターネット上におけるコミュニティを活かした博物館を支援する市民の増加を促す仕組みなどが行われてきた。また、近年のAR技術はサービスプラットフォーム化され、スマートフォンの爆発的な普及も伴いユーザにとって身近な技術になってきている。</p> <p>このような背景を受け、本研究では、AR技術を利用した現実世界と博物館内の展示物をリンクさせる展示手法を提案することによって、展示という面から博物館を魅力的な施設にし、より多くの入館者を獲得するアプローチを行う。本研究ではモバイルデバイス型ARを利用し、その中でも、位置情報を使用して地点に対してデジタル情報を付加するロケーションベースARと、展示物に対して直接デジタル情報を付加する画像認識ベースARを使用する。このような2種類のAR技術を利用することによって、博物館内の展示物と屋外の展示物に関連する場所をリンクし、観賞者に対して展示の「現地性」を示すことによって、展示に対しての深い理解と新たな興味・関心を喚起することを目的としている。</p> <p>本研究では、ユーザが博物館内の展示物とそれに関係する実際の場所のつながりを感じ、理解を深めることができる機能と、システムを利用することによってシステム内のコンテンツに関連する展示施設にユーザを誘導させる機能の2つの機能を持ったプロトタイプを制作し、実際の展覧会においてシステムの検証と評価を行った。結果、本研究で提案する展示手法では、ユーザが展示についての「現地性」を理解することで展示に対しての理解度や興味・関心が向上する効果と、人を動かす機能が広報手段の1つとして有用であることが確認された。このような結果から、本提案の有効性と妥当性を示すことができた。</p>			
キーワード (5語) 博物館展示、AR 技術、現地性、モバイルデバイス、宣伝効果			

SUMMARY OF MASTER’S DISSERTATION

Student Identification Number	81233310	Name	Kentaro Sekiguchi
<p>Title</p> <p>Museum Exhibition Linking with the Real World by Using Augmented Reality Technology</p>			
<p>Abstract</p> <p>Recently, the museum has been diversified, the number has increased to 2 times 20 years ago. However, number of visitors of the museum also has steadily flat, the viewer who feels tired and unhappy with the contents of the museum exhibition that follows-old has been increasing. Common challenge of the Museum is to the facility attractive museums, to attract a new layer repeater. For such problems, precedents and previous studies from various directions have been made. For example, a special exhibition to perform large-scale publicity over the budget of large, “Digital museum project” to make use of the museum exhibition of digital technology, convey the atmosphere of the exhibit of "things" or more, and such as the mechanism to encourage an increase in citizens to help museum that take advantage of the community on the Internet, blogs and SNS have been made. AR technology in recent years is the platform of services; it has become a familiar technology for users explosive growth of smart phones along with.</p> <p>In response to this background, the present study, by proposing a display method to link the exhibits of the museum within the real world using AR technology to the facility an attractive museum in terms of exhibition, and more I do approach to win the visitors. Using mobile device-type AR in this study, among them, the location-based AR for adding digital information to the location with the location information, and image recognition based AR to add digital information directly to Exhibit to use. Through the use of AR technology of such two types, purpose of this study, would be to link the location associated with the exhibits and outdoor exhibits of the Museum, also, is that by showing the exhibition of "Sense of Local " to the viewer, to stimulate new interests and a deep understanding of the exhibition against.</p> <p>n this study, we created a prototype that has two functions. User feel the connection of the actual location involved and its exhibits of museum, one is a function that allows a better understanding. The second is a function of inducing the user to the exhibition facilities associated with the content in the system by utilizing the system. By using this prototype, and evaluated with the validation of the system in a real exhibition. As a result, the exhibition method proposed in this study, the effect of interests and level of understanding for the exhibition is improved by the user understanding of the exhibition "local resistance" has been confirmed. Further, the function of moving the person is useful as one of the sounding boards was confirmed. It was possible that such a result indicates the validity and effectiveness of the proposed.</p>			
<p>Key Word (5 words)</p> <p>Museum Exhibition, Augmented Reality, Sense of Local, Mobile Device, Advertising Effect</p>			

目次

第1章	序論	12
1.1	研究背景.....	13
1.1.1	博物館の現状と課題.....	13
1.1.2	従来の博物館展示.....	17
1.1.3	近年のAR技術の動向.....	21
1.2	研究目的.....	24
1.2.1	共通課題と本研究のアプローチ.....	24
1.2.2	屋内外相互展示システム.....	24
第2章	関連研究・事例	26
2.1	共通課題に対する先行研究・施策事例.....	27
2.1.1	大規模な宣伝を行う特別展.....	27
2.1.2	最新のデジタル技術を利用した展示.....	29
2.1.3	コミュニティを活用する仕組み.....	31
2.2	実際に博物館で利用されているAR技術.....	32
2.3	関連研究に対する本研究の位置.....	33
第3章	システムのコンセプト	36
3.1	現地性とは.....	37
3.2	システム要求.....	39
3.3	システム要素.....	40
3.3.1	構成要素.....	40
3.3.2	ARプラットフォーム「junio」.....	41
第4章	屋内外相互展示システムの構築	44
4.1	コンテンツの検討.....	45
4.2	KEIO VIRTUAL MUSEUM.....	47
4.2.1	KEIO VIRTUAL MUSEUMの概要.....	47
4.2.2	システム構成.....	49
4.2.3	マップの作成.....	50

4.2.4	ロケーションベース AR の構築.....	53
4.2.5	画像認識ベース AR 構築.....	56
4.2.4	ユーザに対しての動線機能の組み込み.....	62
第5章	プロトタイプを用いた実験	64
5.1	コンテンツの中間評価.....	65
5.1.1	概要.....	65
5.1.2	目的.....	65
5.1.3	方法.....	65
5.1.4	アンケート項目.....	66
5.1.5	アンケート結果.....	68
5.1.6	考察.....	69
5.2	KEIO VIRTUAL MUSEUM の再構築.....	69
第6章	システムの検証と評価	72
6.1	「慶應義塾と戦争」展覧会でのコンテンツ使用.....	73
6.1.1	展覧会概要.....	73
6.1.2	展覧会用コンテンツの作成.....	75
6.2	評価の方法と概要.....	78
6.3	人を動かす効果の検証と評価.....	79
6.3.1	目的.....	79
6.3.2	方法.....	79
6.3.3	結果.....	83
6.3.4	考察.....	85
6.4	展示手法の検証と評価.....	87
6.4.1	目的.....	87
6.4.2	方法.....	87
6.4.3	アンケート項目.....	88
6.4.4	アンケート結果.....	90
6.4.5	考察.....	92
第7章	結論	94
7.1	結論.....	95

7.2 今後の課題.....	96
7.3 展望.....	97
謝辞.....	98
外部発表.....	99
参考文献.....	100

目次

図 1-1 : 博物館数の推移.....	14
図 1-2 : 総入館者数の推移.....	14
図 1-3 : 1館あたりの入館者数の推移.....	15
図 1-4 : 博物館界の問題点.....	16
図 1-5 : 提示型展示法の例 (フタバスズキリュウ骨格標本).....	18
図 1-6 : ジオラマ型展示法の例 (寛永の町人地).....	19
図 1-7 : プラネタリウム型展示法の例.....	20
図 1-8 : 説明型展示法の例 (インカ・マヤ・アステカ展).....	20
図 1-9 : 透過型 HMD の例.....	21
図 1-10 : ロケーションベース AR の例 (セカイカメラ).....	23
図 1-11 : 画像認識ベース AR の例 (飛び出す電子絵本 ARBook).....	23
図 2-1 : 国立科学博物館-特別展深海-.....	28
図 2-2 : 深海展に伴って上野駅に設置されたダイオウイカの模型.....	29
図 2-3 : デジタル展示ケース.....	30
図 2-4 : ARView.....	31
図 2-5 : トーハクナビのコース選択画面.....	33
図 2-6 : トーハクナビで展示の説明を聞く.....	33
図 2-7 : 今まで行われてきた博物館に人を呼びこむ仕組み.....	34
図 3-1 : 松本城.....	38
図 3-2 : 松本城内の展示.....	39
図 3-3 : システム要素.....	41
図 3-4 : AR プラットフォーム「junaio」.....	42
図 3-5 : 「junaio」の API で利用できるトラッキング方法.....	43
図 4-1 : 日吉キャンパス地下にある旧連合艦隊地下壕.....	46
図 4-2 : 慶應義塾大学旧図書館 (重要文化財).....	46
図 4-3 : アプリケーション内のチャンネル表示.....	47
図 4-4 : KEIO VIRTUAL MUSEUM における情報提示.....	48
図 4-5 : システム構成.....	50
図 4-6 : 747pro.....	51
図 4-7 : 日吉キャンパスのスポットマップ.....	52

図 4-8 : 三田キャンパスのスポットマップ.....	52
図 4-9 : POI エアタグ表示の例.....	53
図 4-10 : 第一校舎の POI エアタグと詳細ウィンドウ.....	54
図 4-11 : 第一校舎の拡大画像ウィンドウ.....	54
図 4-12 : 地下壕についてのロケーションベース AR.....	55
図 4-13 : 日吉キャンパスの福沢諭吉胸像.....	56
図 4-14 : 弥生時代住居跡前の立て看板.....	57
図 4-15 : 編集した福沢諭吉胸像マーカ.....	58
図 4-16 : 編集した弥生時代住居跡立て看板マーカ.....	58
図 4-17 : 対象物の認識範囲.....	60
図 4-18 : 福沢諭吉胸像の画像認識ベース AR.....	60
図 4-19 : 弥生時代住居跡の画像認識ベース AR.....	61
図 4-20 : シカン文化を代表する黄金の仮面の画像認識ベース AR.....	61
図 4-21 : ユーザへの動線機能の設置.....	63
図 5-1 : 中間評価アンケート.....	67
図 5-2 : アンケート結果.....	68
図 5-3 : ルートボタンの設置.....	71
図 5-4 : Google Maps によるナビ.....	71
図 5-5 : Apple Map によるナビ.....	71
図 6-1 : 慶應義塾と戦争 I 展覧会-慶應義塾の昭和十八年-	73
図 6-2 : 展覧会用コンテンツ-塾生出陣壮行会-	75
図 6-3 : 現在の旧正門 (現東門).....	76
図 6-4 : 展覧会場マップ.....	77
図 6-5 : 三田でのコンテンツの例.....	77
図 6-6 : 日吉でのコンテンツの例.....	77
図 6-7 : システムの存在だけを知らせるチラシ A.....	81
図 6-8 : 展覧会の存在だけを知らせるチラシ B.....	81
図 6-9 : 展覧会に設置したアンケート.....	82
図 6-10 : 回答者の性別.....	83
図 6-11 : 回答者の年齢.....	83
図 6-12 : 何を見て展覧会に来たか.....	84
図 6-13 : システムの人を動かす効果.....	84

図 6-14 : 第 1 会場とアンケートボックス.....	86
図 6-15 : 第 2 会場の様子.....	87
図 6-16 : 評価アンケート.....	89
図 6-17 : 回答者の属性.....	90
図 6-18 : 評価アンケート結果.....	90
図 6-19 : 被験者にコンテンツを体験してもらっている様子.....	91

表目次

表 1-1 : 博物館別入館者数の割合.....	15
表 3-1 : システム要求.....	40
表 4-1 : 情報提示の対象による AR の使い分け.....	45
表 4-2 : AREL の仕組み.....	49
表 4-3 : 編集したマーカの認識確認.....	59

第 1 章

序論

1.1 研究背景

1.1.1 博物館の現状と課題

博物館は有史以来の歴史・民族・芸術・産業・自然科学などに関する資料を収集し、またそれを展示して一般公衆の利用に供し、教養に資する事業を行うと共に、資料についての保存・研究を行う場所である。博物館には、博物館と名前の付くものだけでなく、広義に動物園や水族館、美術館なども含まれる。博物館法の下、条件を満たして登録を行うことで公的に博物館と認められる。登録を行ってない施設は博物館類似施設と呼ばれ、国内の多くの博物館は厳密には博物館類似施設であるが、どちらの施設も社会に対する博物館の役割を担っているため、本論文では便宜上、登録・無登録どちらの施設も広義に博物館と呼ぶことにする。

近年、博物館の数は増加傾向にある。文部科学省が行っている社会教育調査(博物館調査)によると、平成2年の、国内の登録・相当施設、及び類似施設の数に2968館であるが、平成23年現在では、5775館まで増加している。その中でも特に、博物館類似施設の増加が著しく、平成2年では2169館であるが、平成23年には4485館となり、約20年の間で倍増していることが分かる。図1-1に博物館数の推移を示す。一方、博物館の入館者は同じ約20年の間、ほぼ横ばいに推移している。(図1-2)平成23年度の登録・相当施設、及び類似施設の入館者数は、およそ2億8千万人であり、これは、国民1人あたり2回は博物館を訪れている計算になる。しかし、博物館の数が年々増加しているため、1館あたりの入館者数は減少している。(図1-3)博物館別に見ると、近年では入館者数5000人未満の施設の割合が増えており、博物館の多様化が進んでいることがわかる。[2](表1-1)

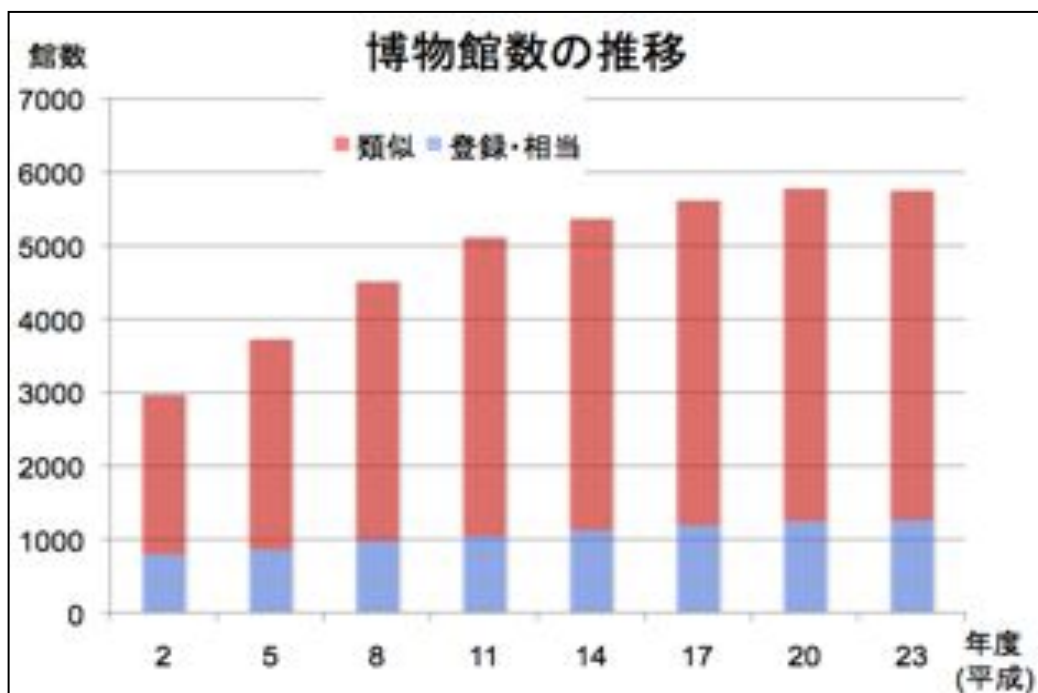


図 1-1：博物館数の推移¹

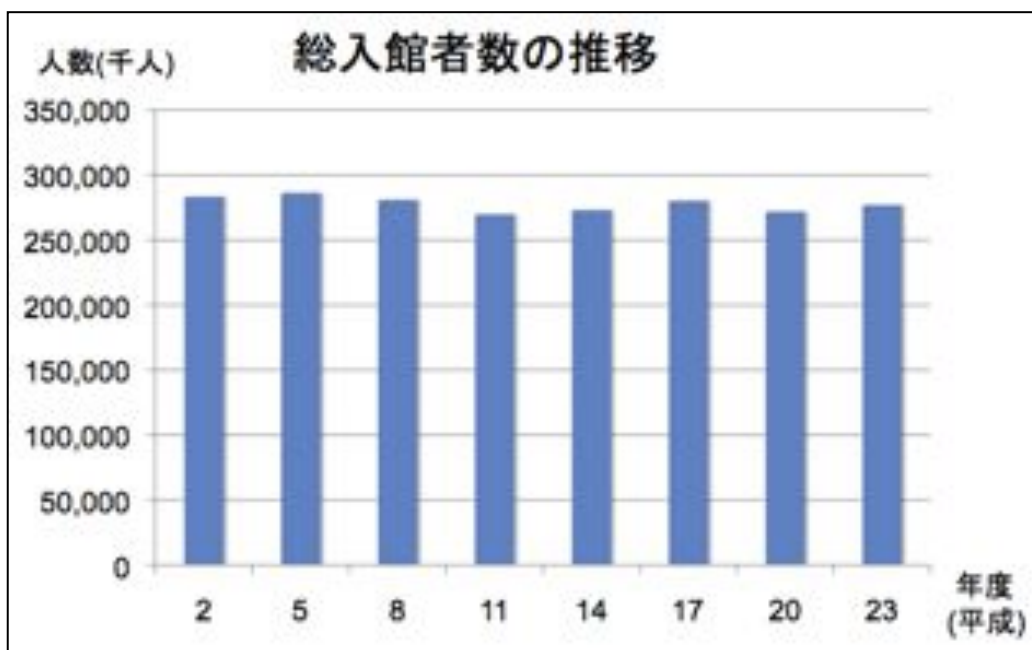


図 1-2：総入館者数の推移²

¹ 政府の統計総合窓口：<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001017254>

² 政府の統計総合窓口：<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001017254>

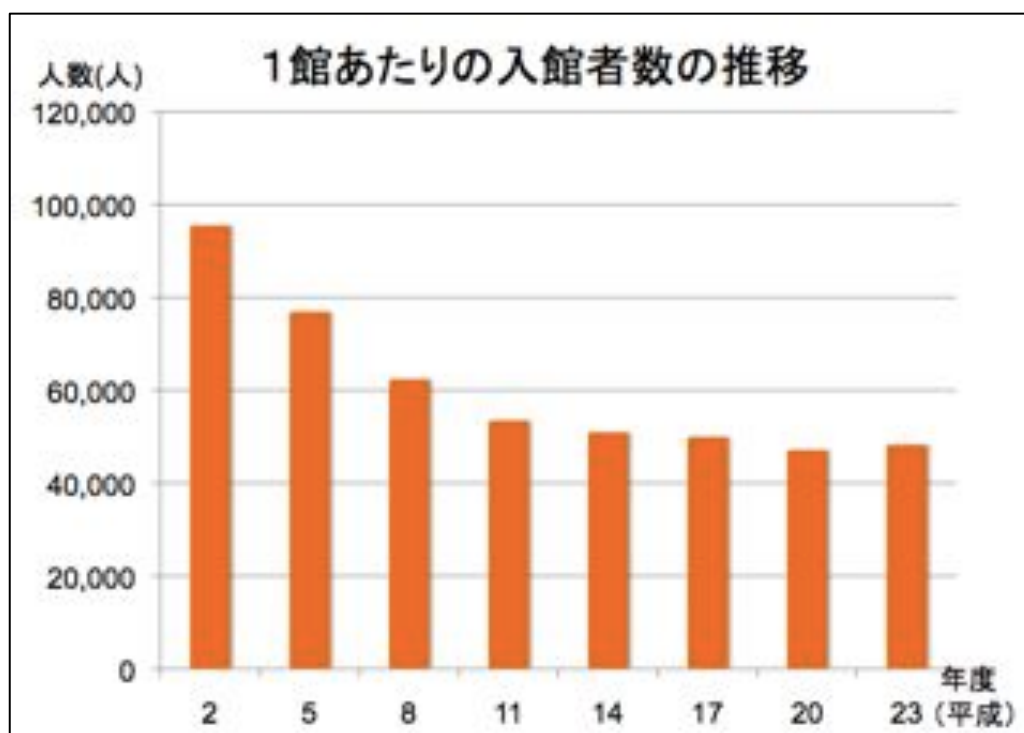


図 1-3 : 1館あたりの入館者数の推移³

表 1-1 : 博物館別入館者数の割合⁴

	平成9年 (N=1,891)	平成16年 (N=2,030)	平成20年 (N=2,257)
5千人未満	21.5	24.0	26.5
5千人～1万人未満	13.3	13.4	13.0
1万人～3万人未満	22.2	23.1	23.7
3万人～5万人未満	11.8	10.2	8.9
5万人～10万人未満	11.1	11.0	9.7
10万人～20万人未満	9.1	8.9	8.0
20万人～30万人未満	3.1	3.5	3.1
30万人～50万人未満	3.0	2.6	2.7
50万人～100万人未満	2.4	1.5	1.9
100万人以上	1.3	0.6	0.9
無回答	1.5	1.8	1.6

³ 政府の統計総合窓口 : <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001017254>

⁴ 飯田浩之, 博物館をめぐる最近の動向--「博物館総合調査」過去3回の時系列比較, 博物館研究 45(2), pp3-7, 2010

博物館の増加や多様化は、研究・発掘などが進むことによる資料の増加や、今まで人々の関心がなかったものに対して新しく博物館的価値を見出した結果であり、博物館の基本原則である保存・研究・展示の側面から考えても歓迎されるべきことだろう。しかし、この約20年間の間で博物館の数が倍増したにも関わらず、入館者が横ばいであり、1館あたりの入館者が減少しているという現象を見れば、博物館の多様化に際して、「博物館に足を運ぶ人」＝「潜在的な博物館人口」を増加させることができていないことが分かる。つまり、多様化している博物館に、新規層やリピーターを呼びこむことができていない状態であり、これは現在の博物館における問題点として挙げることができる。

このような博物館の入館者獲得不足の背景には、博物館展示に対しての人々の不満などが存在する。財団法人日本博物館協会が発行する『日本の博物館の現状と課題』[3]では、「展示事業が専門的に過ぎるなど、親しみやすい、魅力ある施設と感じられていないのではないか。」と問題認識されており、図1-4のように、「学芸会が量・質ともに不十分」、「体験的な展示が少ない」、「展示に面白さがない」、「堅苦しいイメージがある」などといった、博物館の展示内容について不満を持つデータが確認できる。

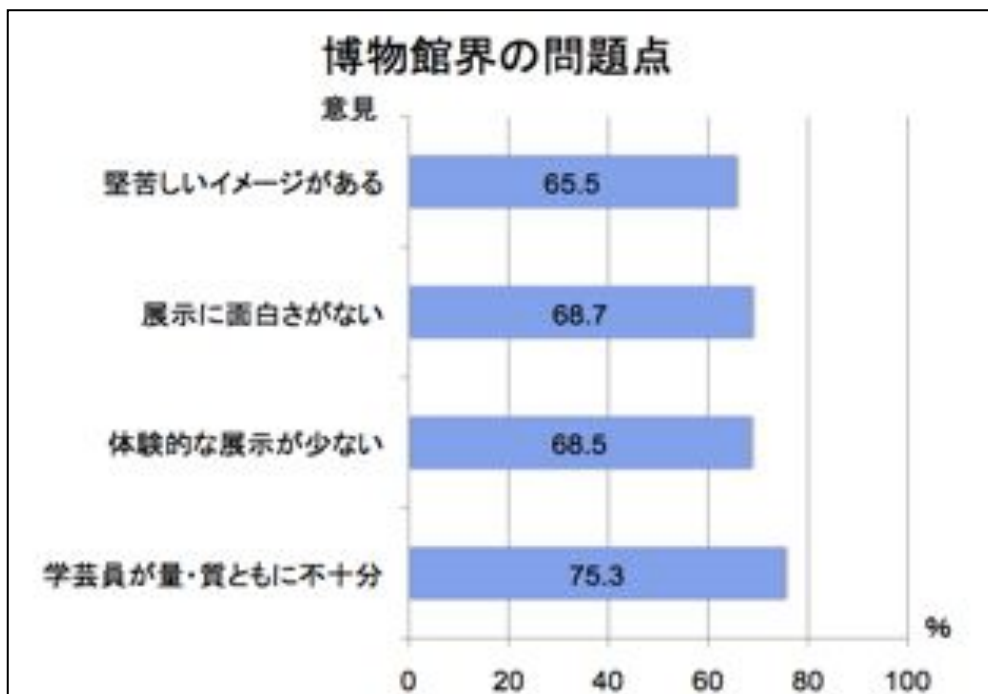


図 1-4 : 博物館界の問題点

このような問題点を踏まえた上で見えてくる博物館の抱える共通課題とは、現在のよように、規模・種類共に多様な施設が存在する中で、どれだけ多くの人に博物館の存在を認知してもらい、足を運んで貰えるか。また、訪れた人に対してどれだけ満足してもらえるか。すなわち、博物館をもっと魅力的な施設にし、新規層・リピーターの獲得を行うということである。人々が「行ってみたい」、「また訪れたい」と思うような魅力的な展示手法や施策は博物館を活性化させ、結果的に、博物館に足を運ぶ人である「潜在的な博物館人口」そのものの母数を増やすことに繋がることを期待できる。

この課題を解決するためには、博物館を訪れる人のニーズの把握が重要である。高度情報化社会へと突入し、人々のライフスタイルは大きく変化した。今やインフラとして機能しているインターネットを利用することによって、多くの方は博物館など、情報を公開している現地に赴かなくても欲する情報を容易に手に入れることが可能である。このような状況下で人々は、博物館に対して、インターネットを使って得られるような情報ではない、より詳細な情報を求める傾向にある。またその一方で、博物館は児童・生徒達の教育の場でもあるため、そのような事前知識の少ない人に対して分かりやすい情報提示が求められている。従って博物館では、その場に行かなくては得られない・感じられない情報を分かりやすく提示することが必要である。また、新規層を増やすためには、博物館へ足を運ぶ機会がほとんどないといった無関心な人に対しても、新しい興味や関心を沸き立たせるきっかけになるような体験を提供するアプローチが必要である。

1.1.2 従来の博物館展示

本項では、従来の博物館展示[4]について説明していく。博物館の展示は実際の物品などを展示するところからスタートし、現在までに様々な展示手法が行われてきた。もちろん、実際に物品を展示することは博物館としての主題であるのだが、前項に示したように、これらの従来の博物館展示手法に対して、博物館を訪れる人々が物足りなさを感じたりする場面も増えてきている。従来の博物館展示手法を理解した上で、新たに興味・関心を得るような展示手法を確立すれば、博物館が抱える共通課題解決のための大きな可能性になると考える。

・提示型展示法

博物館が収集したコレクションを直接提示する手法である。古くからの手法は陳列法と呼ばれる。博物館は広く自然の世界を対象とし、採集したものを保存できる形にして収蔵することを目指す博物学を基に存在している。採集した中でも珍しい実物を選び、陳列台や陳列ケースを用いて、そこにラベルなどを貼って学名や簡単な説明をつけて展示したものが博物館の由来である。このような意味から、提示型手法は原始的で最も古い展示手法である。実にシンプルな展示手法であるが、実際に採集されたものを間近で見られることは博物館の醍醐味であり、現在でも提示型展示法が博物館展示の中心的存在である。やがて、提示型展示法は科学技術の発展によって、より広がりを見せていく。例えば、ルーペや顕微鏡を設置し、提示してある物品を拡大して見られるようにする試みや、何らかの理由で現物が持ち込めない場合には、レプリカを用いたり、実物に近い模型を展示したりするようになる。化石のレプリカや、天体の模型をはじめ、提示型展示法は徐々に広がりを見せている。



図 1-5：提示型展示法の例（フタバスズキリュウ骨格標本）⁵

・ジオラマ型展示法

博物館におけるジオラマは、自然環境の復元型といえる。あるテーマのもとに、本物そっくり背景から細部に至るまでの設定をし、それに臨場感を出すために、スポットライトの照射などを行う。例えば、自然環境の復元の場合であれば、リアリティのある背景の設定のもとに、葉や小枝のある樹木の幹の標本を林立させ、野生動物の

⁵ 国立科学博物館：http://shinkan.kahaku.go.jp/floor/n-3f-n_jp.jsp

剥製を置き、そこに住む昆虫の標本を配置して、立体的に現実感や実物感を出す、というものである。非常に大掛かりであるが、このような高度な再現によって、観覧者は実際の雰囲気を感じ取ることができる。



図 1-6 : ジオラマ型展示の例（寛永の町人地）⁶

・プラネタリウム型展示法

天体の観察を復元する展示法であり、20世紀になってから登場する。本物通りの星空を、工学的にドーム内の丸い天井に投影し、表示することを目指すものであり、非常に大型の設備を必要とする。プラネタリウムは単に惑星の表示をするものではなく、星座図に見られるような規則的な恒星や彗星の動きの投影を試みるものであり、複雑な動きをする天体を同時に提示する特殊な技術が必要である。近年では、プラネタリウムは単に天体の展示ではなく、ドーム型のスクリーンを活かしたコンテンツの表示なども取り入れられている。

⁶ 江戸東京博物館：<http://www.edo-tokyo-museum.or.jp/permanent/index.html>



図 1-7：プラネタリウム型展示法の例⁷

・説明型展示法

図や絵、表などと共にパネルに示された文章を用いて、資料を説明し解説する展示法である。その際に、特に研究成果や学説、及び原理や仕組みなどを来館者が理解し、学習しやすくするために展示される。近年では、パネル等だけではなく、写真やビデオ等を用いて映像と音声による展示もされるようになってきた。



図 1-8:説明型展示法の例（東京国立博物館インカ・マヤ・アステカ展）⁸

⁷ コニカミノルタプラネタリウム：
<http://www.planetarium.konicaminolta.jp/starguide/3point/facilities/>

1.1.3 近年のAR技術の動向

本項では、本研究で使用する技術であるAR技術の近年の動向[5]について説明していく。

情報技術の中でも拡張現実（AR：Augmented Reality）の研究開発は盛んに行われており、その多くが実用化されている。ARとは、コンピュータによって作り出された仮想世界の中にユーザを没入させる仮想現実（VR：Virtual Reality）とは逆に、現実世界の環境にデジタル技術を付加提示することで、ユーザの活動を効果的に支援するヒューマン・インタフェース技術である。初期のARは、大掛かりなハードウェアが必要とされていたが、現在では、情報端末の性能の向上、小型カメラの普及、センサの発達、無線ブロードバンドの発達によって、人々が手にするスマートフォンなどのモバイル端末での実現が可能となり、ユーザにとってより身近な技術になりつつある。また、特にここ数年では、ARプラットフォームという、スマートフォンやタブレットなどのモバイルデバイス上のARビューアのアプリケーションと、PCで利用できる開発環境がセットになったプラットフォームの型のサービスも増えてきており、体験も開発も以前のARよりも格段に一般ユーザが手の届く技術になってきている。

AR技術で使用される機器として、以前までは透過型HMD（Head Mounted Display）が多く用いられていた[6]。HMDとは、両眼に映像表示部分を密着するように装着する装置であり、ユーザは没入感の高い映像を見ることができる。透過型HMDは、コンピュータによって作り出された映像と、ディスプレイの外の現実の世界も合わせて見ることができる。



図 1-9：透過型 HMD の例⁹

⁸ 上野・浅草ガイドネット：<http://tanken.guidenet.jp/?p=2405>

⁹ <http://www.kbk.co.jp/product/Solution.pdf>

また、透過型 HMD とは異なる、空間型 AR ディスプレイの研究も盛んに行われてきた[7]。空間型 AR ディスプレイとは、透過型 HMD のような直接身体に装着するのではなく、ユーザがいる空間に設置するディスプレイのことである。ハーフミラーを用いて虚像を提示したり、プロジェクタを用いて直接空間に投影したりする手法が挙げられる。空間型 AR ディスプレイを用いれば、ユーザはなどの機器を直接装着することなく、多人数で同時に体験することが可能となる。

これらの AR ディスプレイは専門的な分野において現在も盛んに研究開発が行われており、医療や建築などの分野において、利用が進んでいる。しかし、これらの AR ディスプレイは装置が複雑であり、特別な技術を要する点や、装置そのものが非常に高価であるため、一般的なユーザは体験する機会が少ないことも事実である。そんな中で普及し始めてきたのが、スマートフォンなどのモバイルデバイスを利用した AR である。現在、爆発的に普及しているスマートフォン・タブレット端末には、高解像度の小型カメラ、GPS (Global Positioning System)、地磁気センサ (電子コンパス)、加速度センサなどの機能が必ず付随しており、これらの機能を用いることで、モバイルデバイスにディスプレイ上にデジタル情報を表示することができる。このような機能を持った端末が、多くの人の手にある現在は、誰でも簡単に AR 技術を体験できる要素が整っている状態であり、AR に関するスマートフォン・タブレット用のアプリケーションの開発が盛んに行われている。このようなスマートフォン・タブレット端末向けの AR 技術を、本論文では「モバイルデバイス型 AR」と呼ぶ。

モバイルデバイス型 AR の種類として、1 つめに、GPS や電子コンパスによって位置情報を取得し、その情報を元にデジタル情報を付加するロケーションベース AR という手法がある (図 1-10)。2 つめに、マーカを使う画像認識ベース AR という手法がある。この手法では、2 次元バーコードのような白黒のパターンなどをマーカとして登録し、カメラで捉えた映像内にあるマーカを画像認識によってリアルタイムにトラッキングを行い、マーカの場所を基点としてデジタル情報を描画する。奈良先端技術大学院大学の加藤博一教授が開発した「ARToolKit」はマーカ型ミドルウェアとして広く利用されている[8]。また、近年では二次元マーカを必要としないマーカレスの手法も利用され始めており、このような技術の発展とモバイルデバイスの爆発的な普及によって、AR 技術の表現力はますます高まることが期待される。



図 1-10 : ロケーションベース AR の例 (セカイカメラ) ¹⁰



図 1-11 : 画像認識ベース AR の例 (飛び出す電子絵本 AR Book) ¹¹

1.2 研究目的

1.2.1 博物館の共通課題と本研究のアプローチ

本研究の目的は、博物館の共通課題の解決である。博物館の共通課題とは、前述し

¹⁰ セカイカメラ : <http://support.sekaicamera.com/ja/how-to>

¹¹ 日経コミュニケーション編集部『ARのすべて・ケータイとネットを変える拡張現実』日経 BP 社, 2009

たように、「博物館をもっと魅力的な施設にし、より多くの来館者を獲得する」というものである。この課題に対してのアプローチとして、本研究では、博物館の根幹である展示を魅力的にすることにより、ユーザの博物館に対しての興味・関心を高める方法を行う。その中でも、現実世界と博物館の展示をリンクさせることによる「現地性」の獲得によってユーザの理解度の向上、興味・関心の向上を狙う展示手法の提案を行う。

高度情報化社会の現代では、欲しい情報をインターネットで、家に居ながらにして得ることが可能であり、博物館などが館内で公開している情報もその例外ではない。博物館の背景でも示したように、来館者は博物館の展示に対して、インターネットネットでは得られない詳細な情報や、特別な体験を求めるようになってきている。このようなユーザのニーズの変化に対して本研究では対応する必要がある。また、これまでの多くの博物館では、来館者の体験が博物館の中で完結してしまっているという特徴がある。実際に博物館とは、本来外にあったものを収集し、展示する施設であるが、来館者が展示されている物品について深い理解をするためには、その物品が実際にあった場所、その場所の状況、歴史などの関係性を知ることが重要であると本研究では考えている。このような展示品そのものだけではなく、その背景や、博物館に展示される前の姿、歴史についての関係性を本論文では「現地性」と呼んでいる。「現地性」についての詳細な説明は3章のシステムのコンセプトの項に示す。

1.2.2 屋内外相互展示システム

本研究の展示システムでは博物館内の展示品と、博物館外の展示品に関わる場所の両方に AR 技術を用いて直接情報付加を行う。屋内と屋外の両方で一つの展示品に関する情報を得ることで、ユーザは両者の関係性を理解することができ、展示品の背景や歴史経緯を知ることができる。

このような本研究の展示手法は、以下のような多様な来館者ニーズに対応する。まず、前述したように、展示品とそれに関係する実際の場所の関係性を理解することができる。これは単にモノを見ただけでは分からない展示品の背景情報、その時代と現代との比較などを AR で表現することで、より詳細で厚みのある情報を分かりやすく提示する。館外においては、このような展示品とそれに関係する実際の場所の関係性、すなわち「現地性」を理解する体験は、展示に対しての新しい興味・関心につながる

と考える。

本研究では展示技術として、モバイルデバイス型 AR を用いる。モバイルデバイス型 AR を用いる理由として大きく2点挙げられる。1点目は、なぜ AR を用いた展示手法を提案するのかという部分であるが、本研究で目指している、展示物そのものや、屋外の展示物に関連する場所などに直接展示に関わる情報を付加するという点に関して、現実空間にディスプレイ等を介して直接デジタル情報を付加することのできる AR 技術が適していると考えたためである。展示物や屋外の場所に情報を付加する手段としては、看板や張り紙といった物理的に情報を付加する手段もあるが、その場合は設置するスペースや設備コストの面で情報を付加する方法や範囲が制限されてしまうだけでなく、劣化などの問題も浮上するため、情報付加の手段として不適當である。また、AR 技術で付加するデジタル情報であれば、写真や音声、動画、関連する WEB コンテンツなどへのリンクなど、提示する情報の形が広く、AR というユーザにとって目新しい方法で情報を提示することは、従来の博物館展示とは違った興味・関心をユーザに対して訴求できるであろう。2点目はその AR 技術の中でも、なぜモバイルデバイス型 AR を使用するのかという点である。確かに、AR 技術は前述した HMD や空間型 AR ディスプレイといった提示の仕方がある。しかし、本システムでは屋内・屋外問わず、ユーザが足を運ぶ先で情報を提示する必要があるため、小型の機器によってデジタル情報を提示することが望ましい。また、大型の機器であると、博物館にとって大きなコスト負担をかけることになり、省コスト、省スペースの面からもモバイルデバイスでの AR 表示は優れている。加えて、現在ではスマートフォンの爆発的な普及によって、多くの人々が AR システムを使用できる機器を持っている。このような複数の背景から、本システムにおいてはモバイルデバイス型 AR を使用する。

第2章

関連研究・事例

2.1 共通課題に対する先行研究・施策事例

これまで、「博物館をもっと魅力的な施設にし、より多くの来館者を獲得する」という博物館の共通課題に対して、様々な研究や施策がなされてきた。第2章では、これらの先行研究や実際に博物館で行われた施策事例を、それらの課題へのアプローチの方法からいくつかのカテゴリに分けて説明していく。

2.1.1 大規模な宣伝を行う特別展

特別展とは、常設展とは異なり、博物館やテレビ局が主催して企画を行い、ある一定の期間だけ、設定されたテーマにのみフォーカスした展示を行うことである。特別展の歴史は定かではないが、日本最古の博物館である東京国立博物館では、記録が残っている1947年以降毎年特別展を行っている。特別展では、国内・海外の様々な博物館からテーマに沿った展示品を集め、大々的に展示が行われる。博物館所蔵の展示品を広く展示する常設展と反し、あるテーマに関して非常に奥深く理解できるような狭く深い展示を行う。来館者は興味があるテーマについての展示を集中して見ることができ、本来であれば海外に行かなければ見られないような展示品を実際に目の前にできる機会の希少性からテーマによっては100万人を超える来場者が集まる展示もある。また、世界中から同じテーマの展示品を集める点や、世界中の博物館から特別展の依頼の多い非常に希少価値の高い展示品を所蔵している博物館から借りてくる点などを考えると、同じ内容の特別展は一度行ってしまうと、次に行えるのは数十年先になってしまうため、来館者は機会を逃さぬようと博物館に殺到するケースが多く見られる。

近年の特別展では、その多くがテレビ局や新聞社などのマスメディアとの共同開催を行っている。これは特別展を開催するにあたっての宣伝をマスメディアと連携することで多くの人に特別展の存在を大々的に広告するためである。[9]テレビCMや新聞広告、広告代理店と連携した大規模な宣伝によって多くの人に特別展の存在を認知させ、集客を行っている。例として、国立科学博物館で行われた深海展¹²を挙げる。この

¹² 国立科学博物館 深海展

<http://www.kahaku.go.jp/exhibitions/ueno/special/2013/deep-sea/index.html>

特別展は、深海に生息するスポットをあて、標本の展示や、深海を探索する有人潜水調査船「しんかい6500」の実物展示など深海の世界についての豊富な展示がなされている。深海展では、電車広告や、上野駅構内の柱広告、駅構内に登場したダイオウイカの模型、駅前広場の深海展に関する絵など、開催時は上野駅が深海展一色に染まるほどの大規模宣伝を行っている。また、この特別展示はNHKとの共同主催であり、特別展に関連して、深海についての特別番組が放映された。このようなマスメディアとの連携によって展示に関わる様々な取り組みがなされている。大規模な宣伝を行う特別展では、大きな集客が可能であるが、しかし、その分莫大な費用が必要であり、小規模の博物館では予算の都合上、同様な規模感の特別展を行うことは難しい。



図 2-1 : 国立科学博物館-特別展深海¹³

¹³ 国立科学博物館 深海展：
<http://www.kahaku.go.jp/exhibitions/ueno/special/2013/deep-sea/index.html>



図 2-2：深海展に伴って上野駅に設置されたダイオウイカの模型

2.1.2 最新のデジタル技術を利用した展示手法

ここでは、最新のデジタル技術を利用した展示手法について述べる。まず、このようなデジタル技術を利用した博物館展示手法の先行研究事例である「デジタルミュージアムプロジェクト」¹⁴[10]について述べる。「デジタルミュージアムプロジェクト」は、平成21年に「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のための研究開発（複合現実型デジタルミュージアム）」として文部科学省によって主催された事業である。博物館におけるデジタル技術の役割として、実物による「モノ」の展示に「コト」の側面を加え、観賞・体験・学習の融合した新しい展示を創出することを主題としたプロジェクトである。(1)「モノ」と「コト」の融合した展示 (2) 観賞体験をトータルにサポート (3) ミュージアムのためのデジタル の3つのコンセプトに基づいた「複合現実型デジタル・ミュージアム」の実現を目的としている。これらのコンセプトに基づき、ミュージアムにおいて「モノ」と「コト」を融合させた形で展示するための手法そのものである直接的展示技術と、人々の観賞体験やミュージアム展示を間接的に支援する間接的展示技術の両側面からアプローチを行った。

代表的なものに、「デジタル展示ケース」[11]がある。「デジタル展示ケース」は、

¹⁴ 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/>

博物館で用いられている「展示ケース」というもののインターフェースはそのままに、デジタルメディアならではの展示を行うシステムである。このシステムは、高精細裸眼立体ディスプレイを組み合わせて作られる、CG を利用したインタラクティブな展示装置である。このシステムでは、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として表示させるため、現在の姿だけでなく、現在に至る変化の様子や、断面図などを表示することも可能である。また、磁気センサによって観賞者とオブジェクトの位置を計測することによって、表示された展示物のハンドリングを可能としている。しかし、このシステムは1人の観賞者にのみが体験できる小型のシステムであり、博物館のような多くの来館者がいる施設では複数の鑑賞者が同時に観賞することが望ましい。



図 2-3 : デジタル展示ケース¹⁵

他に、本研究でも使用する AR 技術を利用した展示システムとして、「ARView」[12][13]がある。「ARView」は情報化時代における博物館の新しいあり方として、展示品に関する雰囲気と同時に伝える空間型 AR 展示の実現を目指している。具体的には大画面ハーフミラーを使用した空間型 AR ディスプレイを使用し、展示空間の中で CG 映像と融合した展示手法を行う。この際重ね合わせる CG 映像の配色やカメラワークの制御を考慮することで、展示物だけ、CG 映像だけ、あるいは両者を組合せた

¹⁵ デジタル展示ケース : <http://www.mr-museum.org/?p=208>

提示方法を行うことができる。

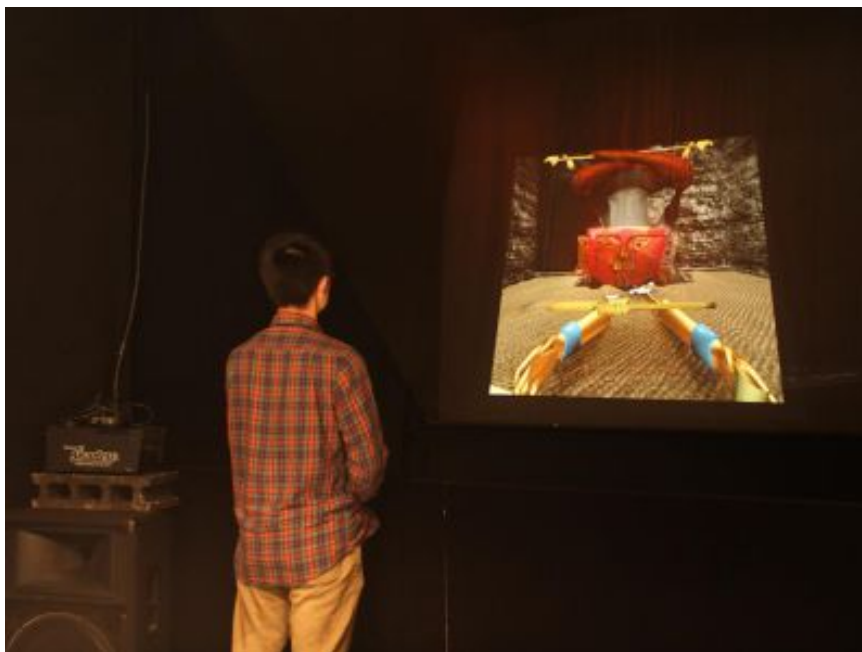


図 2-4 : ARView

2.1.3 コミュニティを活用する仕組み

ここでは、博物館に人を呼びこむために、インターネットや SNS などのコミュニティを活用する仕組みについて述べる。[14] 近年では、国や地方自治体の財政は効率化を求められており、社会教育施設である博物館もその維持運営の効率化をコストの圧縮は避けて通れない状況になっている。価値のある博物館を維持・発展させるためには、博物館に対する市民の支持の増大が必要であり、そのためのアプローチとして、インターネットを活用した博物館の活性化がある。博物館に関心を持つ市民として、インターネット上で自主的に博物館関連の記事を執筆・公開している博物館ブロガーと呼ばれる人々がいる。このような人々に対して博物館側から、「展覧会に対する貢献」を提案することによって、博物館・展覧会に対する広報といった面を位置付けることができ、このようなプログラムを設計することによって、市民の活動の地理的・時間的範囲を広げるような取り組みが可能である。また、このような博物館に興味を持つ市民を中心としたコミュニティだけでなく、現在では急速に発達した SNS を利用したコミュニティなども存在する。facebook のような利用者が多い SNS 内で特定の博物館・展覧会に関するコミュニティを作ることで、同じく facebook を利用する多く

の市民がその情報に触れ、興味・関心を持つ人々を広げていく効果がある。このような、市民のライフスタイルに沿った活動の中で、博物館に興味・関心を持つ人々を増やすための取り組みは、コストも非常に安価であり、市民・博物館両者にとってもメリットがある方法として現在では多くの場所で利用されている。

2.2 実際に博物館で利用されているAR技術

ここでは実際に博物館で利用されているAR技術について述べていく。[15]実際に博物館に取り入れられて成功している例として、東京国立博物館の「トーハクナビ」がある。「トーハクナビ」¹⁶は東京国立博物館の常設展である、総合文化展をまわるための見学コース紹介アプリケーションである。このシステムはスマートフォンやタブレット端末で利用できる、モバイルデバイス型ARシステムであり、iOSのapp store、AndroidのGoogle Playで公開されている。「トーハクナビ」の機能は、主に館内のナビゲーションであるが、ナビゲーションを行う上で2つの方式を使用している。1つは、2次元のARマーカを使った画像認識ベースARである。展示品の横に用意されているマーカを端末のカメラで読み込むことで、バーチャルの俳優が画面に現れ、展示品についての紹介を行ってくれる。2つ目は位置情報を利用したロケーションベースARを使用するものである。通常博物館などの屋内施設は、GPSの取得が難しいため、位置情報を検出するのが困難であるが、この「トーハクナビ」では、無線LANを利用した「Place Sticker」¹⁷という近接領域の測位技術を使って、館内であっても精密な位置情報検出を可能にしている。[16]この位置情報測位技術を用いて鑑賞者の端末の場所を正確に把握し、登録されている館内の展示情報に合ったナビゲーションを行う。

¹⁶ トーハクナビ : http://www.tnm.jp/modules/r_free_page/index.php?id=1467

¹⁷ Place Sticker : <http://www.isid.co.jp/news/2011/1004.html>



図 2-5 : トーハクナビコースの選択画面¹⁸



図 2-6 : トーハクナビで展示の説明を聞く¹⁹

2.3 関連研究に対する本研究の位置

以上、本研究に関する研究事例や導入事例を述べてきた。本項ではこれらの関連研究に対する本システムの研究的位置について述べる。図2-6は関連研究や導入事例の位置関係と博物館の共通課題のアプローチを示したものである。

¹⁸ 東京国立博物館 : http://www.tnm.jp/modules/r_free_page/index.php?id=1467

¹⁹ <http://www.koozyt.com/press/2013/pr130122-3.html>

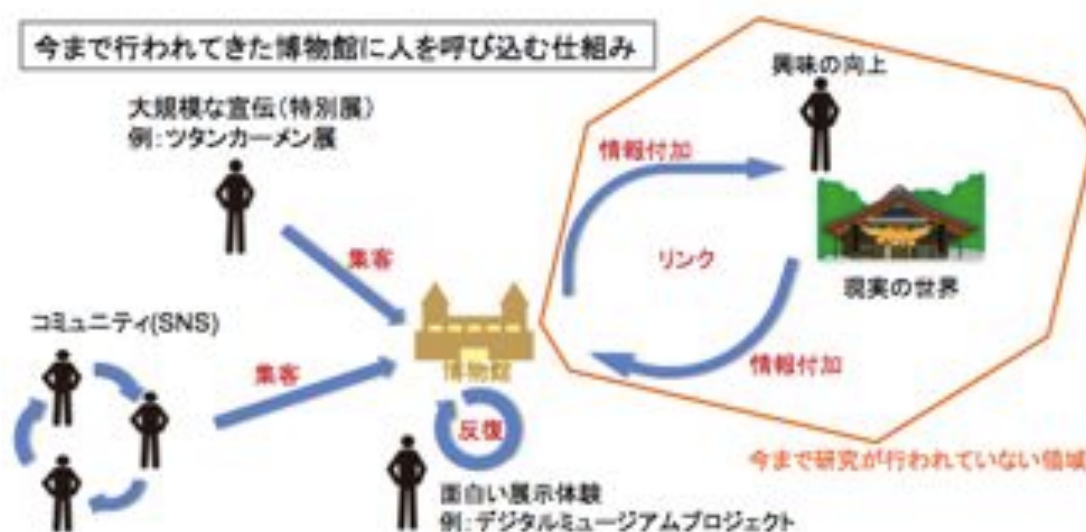


図 2-7：今まで行われてきた博物館に人を呼びこむ仕組み

まず、「大規模な宣伝を行う特別展」では、豊富な予算を活かした、マスメディアを絡めた大々的な広告戦略と、テーマごとに世界各地から集めた希少価値の高い展示品によって多くの来館者を獲得している。しかし、期間限定であり原則1テーマにつき1度である特別展の性質上、1度きりの来館者が多く、またテーマの内容の大衆人気度によって来館者数が大きく上下するという特徴がある。またこのような特別展の実施には多額の予算が必要であり、大規模博物館でのみ実現できる方法である。

次に「最新のデジタル技術を利用した展示」では、人の目を引く最新のデジタル技術で今までにない展示体験を提供している。この方法では、普段の展示の中で来館者に新しい体験をしてもらい、展示物に対しての新たな興味関心を与えることができる。このようなデジタル技術を利用した展示について、大々的な広告は行われないが、その目を引く体験内容から、来館して体験した人のクチコミや、無数に存在するインターネットメディアによって新たに来館者を招いたり、1度来館して体験した人がリピーターとして再度体験しに來たりといった人の流れを見込むことができる。しかし、このような最新のデジタル展示を行う際にも、物理的な機材などある程度の設備投資が必要であり、中・小規模博物館では中々取り入れられていないのが現状である。

最後に「コミュニティを活かした仕組み」では、博物館を身近に感じることでできるコミュニティの形成によって、博物館に対して興味を持つ人や実際に来館してくれる人を獲得する。このような、コミュニティの形成による効果としては、博物館に対しての興味を普段から喚起させることによって、新規来館者、またリピーターを継続的に獲得

することが可能である。欧米の博物館などは、子供たちが地域の博物館に通う習慣が定着しており、普段から博物館において、様々なことを学び、体験している。しかし、国内の博物館では、博物館協会の統計でもあったように、多くの人が現在の展示内容に何らかの不満を持っていることがわかる。コミュニティの形成はもちろん有効な策であるが、同時に展示内容を魅力的にしていく取り組みを行わなければ、コミュニティの形成による効果を最大限望めないことが分かる。

そして、本研究で提案するシステムであるが、展示品とそれに関わる実際の場所において、それぞれにARを利用したデジタル情報付加を行う。このように、博物館外のスポットに直接情報を付加し、博物館内の展示と連携して展示品の背景にある情報を含めた情報付加を行うことによって、展示品とそれに関わる現実世界の場所の関連性を理解することができる。

第3章

システムのコンセプト

本章では、システムのコンセプトと実現手法について述べる。まず、本システムの特徴的な要素である「現地性」について詳細に述べる。次に博物館展示、現地性表現、コンテンツ制作の3つの視点から、システム要求を検討する。最後に本システムを実現する構成要素について述べる。

3.1 現地性とは

まず、前述した「現地性」についての詳しい定義と具体例について述べる。「現地性」とは、展示物とその展示物に関わる場所(採取された場所や、深い関係性がある場所等)の間にある関係性のことである。どの展示物にも必ず屋外に関係する場所があり、その場所から移動させられて博物館などに展示されている。大規模博物館は、多くの場合、日本中から展示物を集めて展示しているが、各自治体に1つある中・小規模博物館では、近隣の歴史情報などを展示していることが多い。しかし、ほとんどの博物館では、展示物とそれに関係する屋外の場所との関係性が切り離されており、展示として博物館内のみで完結してしまっている。このような場合、来館者は、博物館内では展示物についての理解を深めることができるが、博物館から一步外に出たときに、その周辺に展示物について更に理解を深められる生の情報があるのにも関わらず、それを見過ごしてしまう結果になる。博物館はただの娯楽施設ではなく、生徒や児童の教育の場でもあり、多くの人は知的好奇心を持って、展示物を理解し、学ぶために来館する。このような博物館の役割から考えても、単に展示物を見るだけでなく、その背景にある「現地性」を含む情報を提供することで、来館者の興味や関心を更に深めることができると考える。

「現地性」を理解できる博物館として、城の内部に含まれる、もしくは敷地内に隣接された博物館(資料館)などが挙げられる。城という建造物がそもそも歴史的な展示物であり、城は移設する場合はほとんどないので、建造されたその場所に現存するというケースが基本であり、展示物とその「現地性」を理解しやすい展示例ではあるが、その城に関する物品が城の内部、または敷地内に隣接された博物館(資料館)に展示されているという例が多くある。具体例な例として、松本城がある。ここでは、城の敷地内から採取された武具や日常品などの展示物が、城の内部かもしくは敷地内に隣接された市立博物館に展示されており、実際の現場で「現地性」を感じながら鑑賞することができる。このような展示方法を行うことで、鑑賞者は展示品についての情報だけでなく、その背景にある雰囲気や歴史などを肌で感じるすることができる。



図 3-1 : 松本城²⁰



図 3-2 : 松本城内の展示²¹

²⁰ <http://www.railstation.net/sozai/17nagano/kabegami.html>

²¹ <http://www.railstation.net/sozai/17nagano/kabegami.htm>

3.2 システム要求

博物館展示と現地性表現、コンテンツ制作の3つの視点から、システム要求を検討した。博物館展示には、運営、観賞者、展示の視点を含む。

まず、博物館展示に求められる条件を検討した。博物館は性別、年齢層共に様々な人が集まる場である。したがって、来館者には小さな子どもや高齢な方など、機械の操作に慣れていない人もおり、そのような人々の理解の妨げにならないシステムの設計が必要である。また、博物館にとっても、運営やメンテナンスが大きな負担となる。多くの博物館は国の財政難からくる予算の削減により、運営が逼迫している状態にある。したがって、新たな展示においても、イニシャルコストやランニングコストが少額で済むものが理想的である。このような背景から、博物館展示の視点では、多人数が同時に体験でき、更に機器のメンテナンスなどが伴わない、もしくは最小限の負担で済むようなシステムが望まれる。

また、鑑賞者の視点では、博物館展示は本物の物品による展示を生で見ることが基本であり、主題であることを考慮している。多くの鑑賞者は本物を見るために来館するので、このような本物による展示を第一に据え、その展示物の追加要素、補足要素として本研究のようなシステムを導入する必要があると考える。あくまでも実物による展示が博物館の醍醐味であるので、それを更に盛りたてるようなシステムが必要であると考えている。また、運営においては、展示コンテンツの変更が容易にできることも重要なポイントである。

次に、現地性を効果的に表現するために必要な機能を検討した。現地性を表現するためには、観賞者が展示に関係している実際の場所において展示情報を得る仕組みが必要になる。したがって、これを実現するためには、展示に関係している場所に情報を直接付加する必要があり、観賞者は博物館外においてこれらの情報を取得するための機器が必要である。

コンテンツ制作を行う上では、汎用ソフトウェアなどで容易にコンテンツ制作が可能であることや、既存の展示コンテンツが応用できるといったことが必要である。これは、システムの実用化を考える上で重要になる要素である。

これらのシステム要求を表 3-1 にシステム要求を示す。

表 3-1：システム要求

博物館展示	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多人数で同時体験が可能であること ・ 機器の操作が簡単であること ・ 観賞者が自分の目で実物の展示を観賞できること ・ メンテナンスや管理が簡単であること ・ 展示コンテンツの変更が容易であること。
現地性表現	<ul style="list-style-type: none"> ・ 展示に関係している場所に直接情報を付加すること ・ 博物館外において鑑賞者がこれらの情報を得るための機器が必要であること
コンテンツ制作	<ul style="list-style-type: none"> ・ 汎用ソフトで制作可能であること ・ 既存のコンテンツが利用可能であること

3.3 システム要素

3.3.1 構成要素

ここでは、上記のシステム要求を実現する構成要素について述べる。以下のように各機能を割り当てた。

1. 展示物やそれに関わる現実世界の場所

展示物やそれに関わる現実世界の場所に対して AR 技術を用いて直接情報を付加することにより現地性を表現することができる。展示物に対しては実物プラスアルファの情報によって、より高度な理解が可能になり、場所に対しての情報付加では、その場所を展示としての意味を持たせることができる。このような博物館展示とそれに関わる場所の融合により、鑑賞者はより深い理解をすることができる。

2. モバイルデバイス

AR 技術を利用して付加したデジタル情報を閲覧する機器として、モバイルデバイスを使用する。現在では、スマートフォンやタブレット端末の爆発的な普及によって、

多くの人がARを見ることのできるモバイルデバイスを持っている。このような現代の人々のライフスタイルの中で機能している機器を使うことによって、多くのユーザが使用できるという点と、博物館として新たに展示のための機材を購入する必要がないという点でコストとユーザビリティの観点からも優れていると考える。

3. プログラムシステム

プログラムシステムによって、既存の展示コンテンツや汎用ソフトウェアにより制作されたコンテンツを屋内外相互展示システムへ移行する。



図 3-3 : システム要素

3.3.2 ARプラットフォーム「junaio」

本研究では、AR技術の利用に際して、ARプラットフォームを使用する。ARプラットフォームとは、スマートフォン・タブレットなどのモバイルデバイスにおいて、

AR ビューアとして無償のアプリケーションが存在し、加えて、公開されている API を利用して、誰でもシステムの開発が可能な基盤のことである。AR プラットフォームを使用するメリットとして、以下の点がある。1つは、API を利用して誰でも開発ができる汎用ソフトウェアであるという点である。前述のシステム要求でも触れたような、汎用のソフトウェアで開発が可能であることや、システムの管理が簡単であることなどの条件を満たすことができる。2つめは、利用者にとってのメリットである。プラットフォーム内にアプリケーションチャンネルを設けることで、利用者は、AR プラットフォームに対応する AR ビューアアプリケーションを1つインストールするだけで様々な AR アプリケーションを利用することができる。また、近年の AR プラットフォームの広がりから、この先 AR プラットフォームを中心として、AR 技術がより浸透するだろうと考えている。このような点から本研究では AR プラットフォームを利用する。



図 3-4 : AR プラットフォーム「junaio」²²

本研究では「junaio」という AR プラットフォームを利用する。「junaio」はドイツの metaio 社が運営する、世界最大の AR プラットフォームである。他にも AR プラットの点が挙げられる。1つめは世界最大の AR プラットフォームであり、全世界に多くのユーザがいる点である。2つめは、開発の自由度が非常に高い点である。「junaio」では、デベロッパー登録を行えば、公開されている API を使って誰でも開発が可能である。その中でも、位置情報に基づいたロケーションベース AR や、マーカや、マーカレスの直接画像認識を用いる画像認識ベース AR をつかってコンテンツを制作することができる。また、制作したコンテンツをプラットフォーム内の固有のチャンネルとして公開することができる。他の AR プラットフォームでは、チャンネルというシステムはなく、多くのコンテンツが1つのプラットフォームに混在しているという形が多かったが、「junaio」ではチャンネルという枠組みがあり、1つのアプリケーショ

²² <http://www.junaio.com/home/>

ンとして開発が可能なので、開発者としても他のコンテンツとの差別化が可能であり、利用者のユーザビリティが高いといえる。



図 3-5 : 「junaio」の API で使用できるトラッキング方法²³

²³ <http://www.cybernet.co.jp/ar-vr/products/metaio/junaio/overview.html>

第4章

屋内外相互展示システムの構築

4.1 コンテンツの検討

本研究で開発する屋内外相互展示システムのコンテンツについて検討する。本研究では、展示物と展示に関わる実際の場シオンベース AR による位置情報を使った AR によるデジタル情報提示を行う。(図 4-1) しかし、対象とする展示物によって、必ずしも屋内にそれがあるとは限らない場合もあるので、本論文では便宜上「屋内外相互展示システム」と呼ぶ。所をリンクさせた屋内外相互展示を提案する。その上で、本研究では AR プラットフォーム「junaio」を使ったシステムを構築する。本研究のシステム、すなわち「屋内外相互展示システム」によって、鑑賞者が現地性を得るための基本的な枠組みとして、実際の展示物に対しては、画像認識ベース AR による 3次元の展示物自体をマーカとした AR によるデジタル情報提示を行い、現実世界の展示物に関わる場所に対しては、ロケー

表 4-1：情報提示の対象による AR の使い分け

対象	使用する AR 技術	具体的な方法
展示物	画像認識ベース AR	3次元の展示物に対して直接 AR を付加
展示物に関わる現実世界の場所	ロケーションベース AR	位置情報を基に実際の場所に AR を付加

本研究においては、実際の博物館においてこのようなシステムを開発し、検証することが理想的である。しかし、実際の博物館という外部の教育・商業施設において個人で開発した展示手法を取り入れ、検証・評価を行うことは難しい。そこで、慶應義塾大学内にある歴史的に価値の高いものにスポットを当てた。慶應義塾内には、歴史的に価値のある建造物や像などの展示物がある。三田キャンパスでは、近代日本に大きな影響を与えた、慶應義塾の祖である福澤諭吉に縁のある建物などが残っており、その他にも、建築様式的に歴史的価値の高いものや、多くの歌人・文豪などの像も設置されている。また、日吉キャンパスには、旧大日本帝国海軍が使用した地下壕や、

弥生時代の住居跡など非常に歴史的価値の高いものが多数存在している。検証を行う上での、行いやすさや、豊富なコンテンツ数があることから、この慶應義塾内の歴史的スポットを主なコンテンツとしたシステムを開発することにした。



図 4-1：日吉キャンパス地下にある旧連合艦隊地下壕²⁴



図 4-2：慶應義塾大学旧図書館(重要文化財)

²⁴ 日吉台地下壕保存の会 <http://hiyoshidai-chikagou.net/syoukai.htm>

慶應義塾には、このように多数の博物的価値があるモノや場所が存在しているが、慶應義塾に関しての博物館というものは存在しない。そこで、博物館だけでなく、慶應義塾のような、コンテンツは多数あるのだが、実際に博物館のように鑑賞者のために展示する博物館的な施設がない場所に対して、本システムを利用することによって、バーチャルな博物館を作り出すこともできるという、新たなアプローチも含めて本プロトタイプの開発を行う。

4.2 KEIO VIRTUAL MUSEUM

4.2.1 KEIO VIRTUAL MUSEUM の概要

本研究ではモバイルデバイス型 AR を利用した屋内外相互展示システムを開発する。開発するシステムのプロトタイプを「KEIO VIRTUAL MUSEUM」と呼ぶことにする。KEIO VIRTUAL MUSEUM では、慶應義塾大学三田キャンパス・日吉キャンパス内に存在する博物的スポットに対して AR を使って情報を付加する。AR 技術としては、ロケーションベース AR と画像認識ベース AR を用い、それぞれのスポットに対して、観賞者が現地性を理解し、展示物やキャンパスのスポットが持つ歴史に対して更なる興味・関心を抱くようなデジタル情報提示コンテンツを制作する。

また、このシステムは博物館を所持していない慶應義塾に関するものであるため、モバイルデバイス上に存在するバーチャルな博物館でもある。したがって、デバイス上で慶應義塾の歴史に関するスポットをマップ状に表示し、モバイルデバイス片手に展示物である歴史的・博物的価値がある場所、つまりバーチャルな博物館を巡るといふ使い方ができるコンテンツである。



図 4-3 : アプリケーション内のチャンネル表示

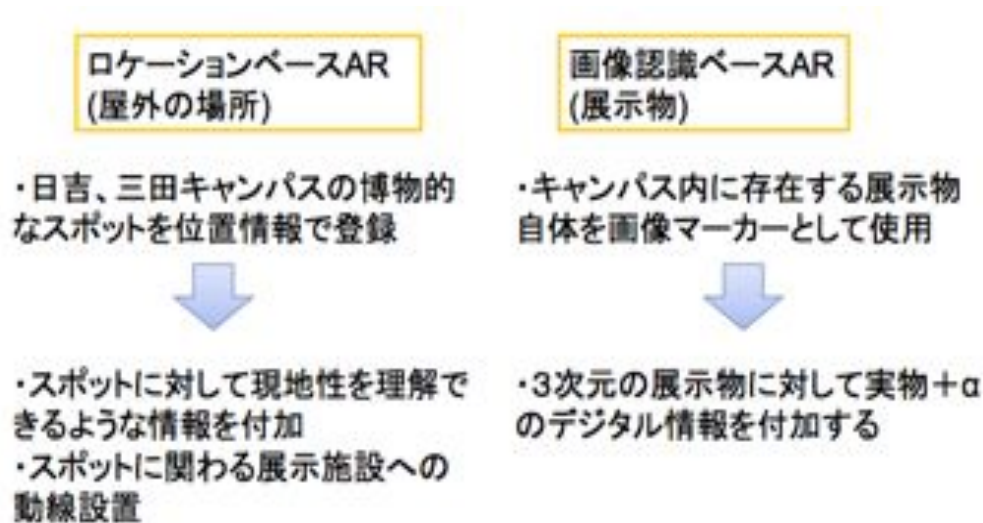


図 4-4 : KEIO VIRTUAL MUSEUM における情報提示

KEIO VIRTUAL MUSEUM における、AR による情報提示は図 4-4 のように行う。

まず、キャンパス内の屋外に存在する博物的なスポットに対して、ロケーションベース AR による位置情報を用いた情報付加を行う。それぞれのスポットに対して現地性を理解できるようなデジタル情報を付加し、他のスポットや実際に関係しているものが展示されている施設への動線なども組み込むことによって、ユーザはその場所に対しての理解の向上だけでなく、そのスポットで抱いた興味・関心を持って更に理解を深めるための施設の情報を得ることができる。

次に、キャンパス内に存在する展示物自体を 3 次元のマーカとして使用した画像認識ベース AR を用いた情報付加を行う。ユーザは、その展示物に端末のカメラをかざすことによって、ただ展示物を見るだけでは得られないプラスアルファの情報を得ることができ、より展示物のことを理解することができる。

このような 2 つの違った特徴を持つ方式の AR を使うことで、ユーザにより深い理解や新しい興味・関心を得てもらうことができる。

本研究では、このプロトタイプシステム KEIO VIRTUAL MUSEUM を構築し、被験者に実際に体験してもらうことで、中間段階での評価を行い、その結果を元にプロトタイプシステムの再構築を行う。

4.2.2 システム構成

ここでは、本展示システムにおけるシステム構成について述べる。構成要素を以下に示す。

i) モバイルデバイス

本システムで使用するモバイルデバイスとは、スマートフォン・タブレット端末のことを示しており、その中でも、ARプラットフォームである junaio の AR ビューアをダウンロードできる、iOS・AndroidOS の端末に限定される。本システムではこのようなデバイスに必ず装備されている、GPS・電子コンパス・カメラを用いて位置情報の測位や画像認識を行い、AR 情報を付加する。

ii) コンテンツサーバ

本研究で作成するチャンネルのコンテンツを格納するコンテンツサーバを設置し、アプリケーションからのリクエストされた情報をデバイスに返送する。本研究では FTP サーバを使用している。

iii) PC

PC 上のプログラミングでコンテンツを構築し、コンテンツサーバにファイルを格納する。現行の junaio4.0 では AREL (Augmented Reality Experience Language) という数種類の言語によるコンテンツの記述を行う。それらは以下の表で示す。

表 4-2 : AREL の仕組み

言語	役割
PHP	AR シーン構成を記述する
HTML5	GUI コンポーネント部分を記述する
JavaScript	シーンの動作部分を記述する



図 4-5 : システム構成

システム全体の原理は次のようになる。まず、PC 上で AR プラットフォームである junaio の開発者登録を行って、チャンネルを作成する。その際にコンテンツ反映の際に必要なコンテンツサーバを設置し、junaio サーバとの連携を行う。そしてチャンネル内で稼働するプログラムのコーディングを行い、それをコンテンツサーバ内に格納する。同時にチャンネルで使用するデジタルコンテンツのファイル（画像、動画など）をコンテンツサーバ内に格納する。このような状態が構築されたら、観賞者が持つモバイルデバイスに AR ビューアである junaio アプリケーションをインストールし、アプリケーション内でチャンネルにアクセスする。すると、モバイルデバイス上で作成したチャンネルが動作し、AR によるデジタル情報を閲覧することができる。

4.2.3 マップの作成

本システムでは、慶應義塾大学三田キャンパス・日吉キャンパス内にある博物館的なスポットや像などの展示物を対象にしている。したがって、それらのリストアップと位置情報の紐付けを行うためにマップの作成を行った。マップの作成は GoogleMap

内のマイマップ機能で行う。また、スポットのリストアップには自身で調べた情報や、慶應義塾 HP、三田キャンパス歴史芸術ガイド²⁵ を利用した。

位置情報の紐付けを行うためにそれぞれの場所で TRANSYSTEM 社の GPS ロガー 747Pro を使用した。GPS ロガーで取得した位置情報を kmz ファイルで書き出し、その位置情報を地図状に描画している。



図 4-6 : 747Pro²⁶

取得したポイントの位置情報を Google Map に対応させ、三田キャンパス・日吉キャンパス周辺の博物的スポットマップを作成した。また、日吉キャンパスの地下に張り巡らされている旧大日本帝国海軍連合艦隊地下壕については、地下であるため GPS が遮断されてしまい位置情報の取得ができないが、「日吉台地下壕保存の会」主催の見学会に参加し、お借りした資料内にあった当時の地図と現在の地図の縮尺を合わせた上で、トレースして描画したものを利用することで、おおよその位置情報を測定することができた。地図内に表示されている青い線は地下壕の通路を描画したものである。

地図上の青いピンはスポットを示している。ピンの代わりに写真を位置情報に紐づけてあるものは、地下壕に関するものである。地下壕内の写真は均一的で判断が難しく、研究を進めているうちに混在するのを防ぐため、あらかじめ写真を使ってマーキングを行っている。

²⁵ http://www.keio.ac.jp/ja/about_keio/publications/kr7a430000clfx-att/guide.pdf

²⁶ <http://www.transystem.jp/product/747pro.html>



図 4-7：日吉キャンパスのスポットマップ



図 4-8：三田キャンパスのスポットマップ

4.2.4 ロケーションベースARの構築

本システムの2つのAR機能のうちの1つであるロケーションベースARの構築について述べる。ロケーションベースARは、位置情報を基に任意の場所にARによるデジタル情報を付加するものである。本システムでは、まず、キャンパス内に存在するスポットに対してARによるデジタル情報を付加した。位置情報はGPSロガーで取得したものを利用した。ロケーションベースARの構築については、それぞれの場所に、POI(Point of Interest)としてエアタグを表示し、その個別のPOIの中に、現地性を感じられるような写真や復元イメージ、ディスクリプションなどを表示する。



図 4-9 : POI エアタグ表示の例

モバイルデバイス上では、図4-9のようにPOIエアタグが表示される。電子コンパスで感知した方角を基に、緯度経度の位置情報で設置したPOIエアタグが表示される。またそれぞれのPOIエアタグには起動しているモバイルデバイスからの距離も表示される。このようなPOIエアタグをデバイス上でタップすると、それに対する詳細ウィンドウが表示される。



図 4-10 : 第一校舎の POI エアタグと詳細ウィンドウ



図 4-11 : 第一校舎の拡大画像ウィンドウ

図 4-10 は慶應義塾大学日吉キャンパス内にある、高等部の校舎である。この校舎は第一校舎と呼ばれ、1934年に竣工した。この校舎は太平洋戦争時には、軍の施設として利用されている。図の左の POI エアタグをタップすることで、図の右の詳細ウィンドウが表示される。詳細ウィンドウにはこのスポットの説明などが記述されている。また、下部の青いボタンを押すことで拡大画像を表示させることができる。(図 4-11) このように、現在の実際の第一校舎の前で過去の第一校舎の写真とその説明を閲覧することによって、時代を超えた比較観賞をすることができる。



図 4-12 : 地下壕についてのロケーションベース AR

図 4-12 は地下壕についてのロケーションベース AR のデバイス画面である。このように、実際には見えない地下に存在するものや、過去に存在したものなども画面に表示することができる。上図であれば、実際にこの下に地下壕が張り巡らされていることを理解することができる。現地性への理解や、新しい興味・関心を生み出すところができると思う。

4.2.5 画像認識ベースARの構築

本システムのAR機能のうちの2つめである画像認識ベースARの構築について述べる。画像認識ベースARは、2次元バーコードなどのマーカをモバイルデバイスのカメラによって認識し、その画像に対応付けられたデジタルコンテンツを表示する。本システムの画像認識ベースARでは、二次元マーカではなく、実際の展示物などの3次元の構造物をマーカとして使用し、実際の構造物に直接ARによるデジタル情報を付加する。画像認識ベースARを利用したコンテンツとして、慶應義塾大学日吉キャンパス内にある、福沢諭吉胸像と、弥生時代住居跡のコンテンツを制作する。

本来、junaio4.0のAPIでは、画像認識対象として、写真などの平面の印刷物やディスプレイ上に表示した画像などを想定しており、大型の3次元構造物に対しての画像認識を想定していない。その中で、大型の3次元構造物の認識に最適化するため、認識モデル画像の加工調整を行った。

・対象物のマーカ素材画像の撮影

まず、以下の写真のように対象の3次元構造物を撮影した画像を用意する。



図 4-13：日吉キャンパスの福沢諭吉胸像



図 4-14：弥生時代住居跡前の立て看板

これらの画像を印刷物やディスプレイに表示して、それを認識させることによって AR を表示させる場合は、このままこれらの画像をマーカとして使用すれば良いが、このままの状態では3次元構造物に対してのマーカとしては機能しなかった。これらを3次元構造物のマーカとしても機能させるために画像の編集を行った。

・ マーカ画像の編集

現実世界の3次元構造物を画像として直接認識させるにあたって、現在のAPIで構築されている認識システムでもマーカ画像認識が可能になるよう、マーカ画像の編集を行った。

まず、撮影した画像そのままでは認識できなかった原因として考えられる要素を挙げる。

1つは、現実世界の3次元構造物の認識は、撮影された画像のように、ある時間を切り取ったものとは異なり、時間の経過と共に様々な変化が起こりうる状態にあるということである。例えば、天候や時間帯による明るさの変化や、構造物の背景にある他の構造物の存在である。これらの要素が撮影した際のそのままの状態になってない限り、マーカとして認識することはできない。

2つめは、実際の3次元構造物の立体感によるものである。3次元構造物を撮影した画像は、平面の2次元空間に3次元構造物を写しているが、現実世界の3次元

構造物を直接認識させる場合には、立体感のあるそのままの姿を認識するのであり、マーカである3次元を2次元に写したものと厳密に言えば異なった状態になっているからである。この2つの問題を解決するために、以下の画像の編集を行った。



図 4-15：編集した福沢諭吉胸像マーカ



図 4-16：編集した弥生時代住居跡立て看板マーカ

まず、1つめの問題を解決するために、マーカに使用する画像を、対象物に対してアップにした状態で切り取った。このような編集を行うことで、背景に時間で変化する他の対

象物が写るのを防ぎ、認証に関わる領域を小さく限定することができる。図 4-15 のように、対象物一部だけでも良いので、写っている部分のほとんどを対象物が占めるように編集した。

次に、2つめの問題を解決するために、マーカの画像をグレースケールに変換した。一般的に、絵画などの分野においては、グレースケールの方が立体感を表現し易いとされている。また、グレースケール化したものは、コントラストの調節によって立体感を更に強調することが容易である。この変換を行うことによって、カラー時よりも、対象物の輪郭をより際立たせることができる。また、通常の二次元 AR マーカも、グレースケールのものを使用するので認識の精度を上げるためにもグレースケール化を試してみた。グレースケール化を行うことによって、図 4-13、4-14 のような、通常の対象物の写真よりも立体感を強調したものになっている。つまり、3次元構造物を直接認識する際の状態に近いものになっている。

・編集したマーカ画像の認識確認

このような編集を行うことによって、2次元画像を認識することを想定された認識システムにおいても、3次元構造物を直接マーカとして認識させることができた。確認した認識条件は以下の図表のようになる。

表 4-3 : 編集したマーカの認識確認

条件	照度(lux)	角度(°)	距離	結果
屋外晴天時 PM12:00	90,000	対象物を基点として、対象物とデバイスを結ぶ線が左右 10° 以内の範囲	対象物がカメラ画面内の約半分以上を占める	○
屋外晴天時 PM5:30 (日入 1 時間前)	2,000			
屋外曇天時 PM12:00	32,000			
屋外曇天時 PM5:30 (日入 1 時間前)	1,000			
屋内 蛍光灯	300			



図 4-17：対象物の認識範囲

このマーカ編集を行い、以下の画像認識ベース AR のコンテンツを作成した。

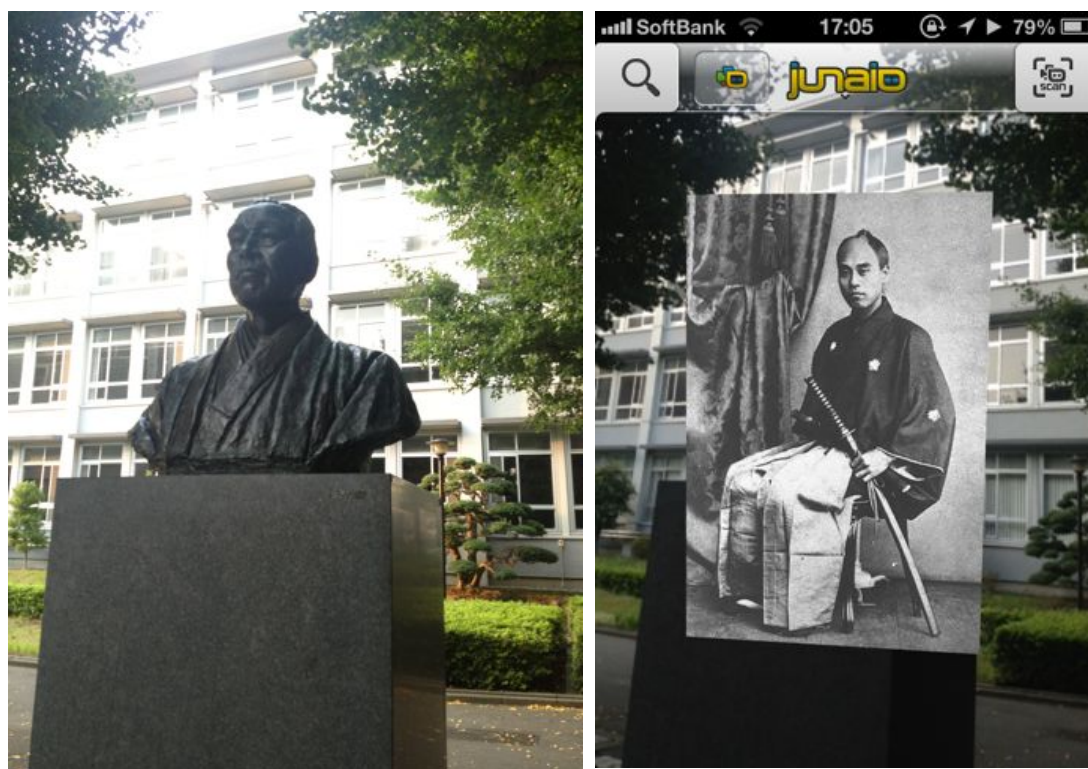


図 4-18：福沢諭吉胸像の画像認識ベース AR



図 4-19：弥生時代住居跡の画像認識ベース AR

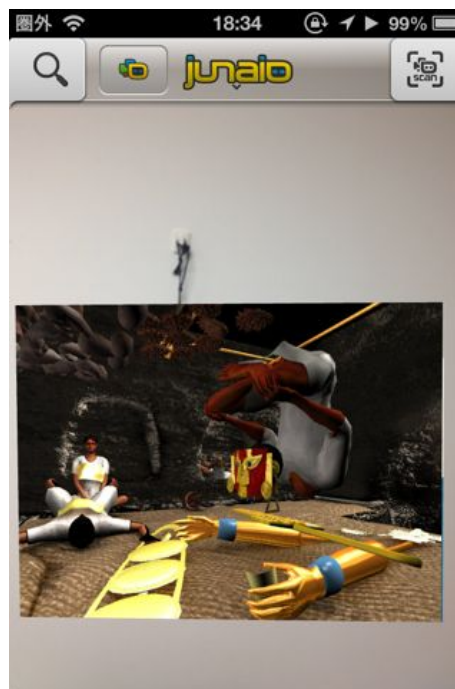


図 4-20：シカン文化を代表する黄金の仮面の画像認識ベース AR

1枚目の福澤諭吉胸像の画像認識ベース AR コンテンツでは、福澤諭吉胸像をマーカとして使用している。モバイルデバイスをかざすと、福澤諭吉の若き頃の袴姿に帯刀している全身写真が現れ、普段見慣れている福澤諭吉という人物の違った側面を見ることができる。

次に、2枚目の弥生時代住居跡の画像認識ベース AR コンテンツでは、住居跡の横に立てられている看板をマーカとして使った。看板をマーカとした理由としては、住居跡自体は地面に住居の基礎の部分の跡が存在しているので、位置的にモバイルデバイスをかざし難い点、また、住居跡は雑草が多く生えており、統一した景観で読み取りができない点などから、住居跡をマーカとするのは難しいと判断したためである。そこで住居跡のすぐ横に設置されている立て看板をマーカとして利用している。この看板にモバイルデバイスをかざすと、弥生時代住居の復元イメージが表示される。このような復元イメージを見ることで、遠い昔にはこの地にこのような住居が建っていたと直感的に認識することができ、現地性の理解も増すと考える。

最後に、3枚目の画像認識ベース AR コンテンツでは、「黄金の仮面」という9世紀から14世紀にかけてペルーで栄えたシカン文化の神殿から発掘された仮面のレプリカをコンテンツとして使用している。これは慶應義塾大学 SDM 研究科の小木研究室で所持しているものであり、本論文で紹介した ARView という先行研究はこの仮面についての空間型 AR システムを構築したものである。このコンテンツを制作した経緯としては、慶應義塾内の室内で展示されている博物館的に価値のあるもので、コンテンツに利用できるものが無かったことが挙げられる。この仮面は慶應義塾の歴史とは関係がないものであるが、実際の博物館で本システムが導入された時の室内展示物の使用例として、このように展示物に対してデジタル情報を直接付加することで、展示物を目の前にしながら、ARによってその展示物の埋葬状況などの周辺状況を理解することができるコンテンツを制作できることを示している。

4.2.6 ユーザへの動線機能の組み込み

以上のように、2種類の AR コンテンツの構築について述べてきた。ここではその中でも特にロケーションベース AR にコンテンツに追加するユーザへの動線機能の設置について述べる。ロケーションベース AR は、実際の歴史的・博物館的に意味がある場所に対して直接 AR 情報を付加している。実際に博物館などに本システムを導入す

際は、館内に展示している物品に関わる場所に対して情報を付加する想定である。そのような使用ケースでの本システムの役割を考えた時に、現地性や新たな興味・関心を喚起することは勿論であるが、実際の展示施設に対してのユーザの興味・関心の喚起、つまりは展示施設への動線の設置も大きな役割であると言える。このような動線を設置することで、博物館の共通課題である、潜在的な博物館人口の増加にも寄与できると考える。

具体的な動線機能の設置として、日吉キャンパスの地下に存在している、旧大日本帝国海軍連合艦隊地下壕に対する動線を設置する。地下壕は、月に1回「日吉台地下壕保存の会」による見学会が開催されており、申し込みを行えば誰でも実際に地下壕に入り見学することができる。このような実際の展示施設とも呼べるものが慶應義塾内にも存在している。そこで本システム内にこの見学会に関する動線を設置する。

まず、コンテンツ内のディスクリプションに対して日吉台地下壕保存の会と見学会についての情報を追加した。次に、日吉台地下壕保存の会のWEBページへのリンクを、POIエアタグの詳細ウィンドウ内にボタンとして設置した。更に、見学会に参加するためには、電話での予約が必要なため、同じくPOIエアタグの詳細ウィンドウ内に電話の発信ボタンを設置した。図の左のように、このようなボタンの設置を行うことで、実際の展示施設に情報に対してワンタップで接続することができる。右の図はWEBページを開いた画面である。



図 4-21 : ユーザへの動線機能の設置

第5章

プロトタイプを用いた実験

5.1 コンテンツの中間評価

5.1.1 概要

本研究のプロトタイプとして構築した KEIO VIRTUAL MUSEUM の現段階での評価を行った。方法としては、被験者に対して本システムのデモを行い、体験してもらった上でアンケートに回答してもらった。これらのアンケート結果から、システムの中間評価を実施し、そこで得た情報を基にシステムの再構築を行う。

5.1.2 目的

プロトタイプとして構築した KEIO VIRTUAL MUSEUM を用いてアンケートによる評価実験を行った。本実験の目的は、KEIO VIRTUAL MUSEUM の仕様詳細決定の為の現時点での評価であり、本研究における、中間評価の位置付けになる。この結果を基にシステムの要素追加や再構築を行う。目的の要素は次の通りである。

- ・ POI エアタグの表示は適切かを検証する。
- ・ コンテンツに使用する画像の表示内容は適切かを検証する。
- ・ 現地性の重要性を検証する。
- ・ 理解度の向上を検証する。

これらの要素について、被験者によるアンケート分析によって、結果を抽出する。

また、この評価実験を行う前に、スポットにタグ付けられている位置情報の実地確認と、ソースコードのベリファイによる、システムのベリフィケーションを行った。

5.1.3 方法

実験は次の方法で行った。

1. まず、被験者に対して本システムの概要について説明し、目の前でデモを見せながら簡単な使い方を示す。
2. 被験者に実験用モバイルデバイスを渡し、数分間自由にコンテンツを体験してもらおう。
3. 計6問のアンケートに回答してもらおう。

この手順で実験を行った。被験者は20代～50代の男女で、日吉にて5人、三田にて5人の計10人に対して行った。実験用モバイルデバイスとは、junaioがダウンロードされ、本システムを起動しすぐに体験することができよるようこちらで用意した端末である。今回はiPhone5sを用いた。

5.1.4 アンケート項目

アンケート項目は現時点でのシステムの有効性を測る6問の設問を設置した。

まず、システムの有効性については、違和感なくシステムを体験できたかを評価する必要がある。そこで、ロケーションベースARとして適切な位置にコンテンツを表示できているかを「歴史的なスポットを示すエアタグの表示位置や方向は適切であるか」という内容で質問した。また、歴史的なスポットとそこに設定された、ユーザの理解を深めるための画像コンテンツが違和感なく適切な内容のものであるかを「歴史的なスポットの表示に使用されている画像は適切であるか」という内容で質問した。次に、現地性の重要さの検証として、「展示物や歴史を理解する上で、実際にそれが存在した場所にいくことで、理解が深まると思うか」という質問を設置した。システムの妥当性としては、ユーザの理解度の向上を測るために、「モノをただ見るよりも、本システムを使った方が、理解が深まったか」という質問を設定した。また、画像認識ベースARコンテンツの有効性の検証として、「3次元構造物への画像認識ベースARコンテンツを見ることは、展示物の背景やプラスαの情報を理解するのに有効だと思うか」という質問を設定した。最後に、現時点のシステムにおいて改善すべき点を自由に書いてもらった。図5-1に配布したアンケート用紙を示す。

アンケートにご協力をお願いします。
あてはまる所に○をつけて下さい

■あなたの性別と年齢を教えてください

【性別】 男性 ・ 女性

【年齢】 20歳未満 20歳～39歳 40歳～59歳 60歳以上

■ 歴史的なスポット示すエアタグの表示位置や方向は適切でしたか？

すごく思う 思う どちらでもない 思わない 全然思わない

■ 歴史的なスポットの表示に使用されている画像は適切でしたか？

すごく思う 思う どちらでもない 思わない 全然思わない

■ 展示物や歴史を理解する上で、実際にそれが存在した場所に行くことで理解が深まると思いますか？

すごく思う 思う どちらでもない 思わない 全然思わない

■ モノをただ見るよりも、本システムを使ったほうが、理解が深まりましたか？

すごく思う 思う どちらでもない 思わない 全然思わない

■ 3次元構造物への画像認識ベース AR コンテンツを見ることは、展示物の背景やプラスαの情報を理解するのに有効だと思いますか？

すごく思う 思う どちらでもない 思わない 全然思わない

■ 何か改善した方がよい点などがありましたら、自由に意見をお聞かせ下さい。

{ }

ありがとうございました。本アンケートは研究目的使用のみに使わせて頂きます

図 5-1：中間評価アンケート

5.1.5 アンケート結果

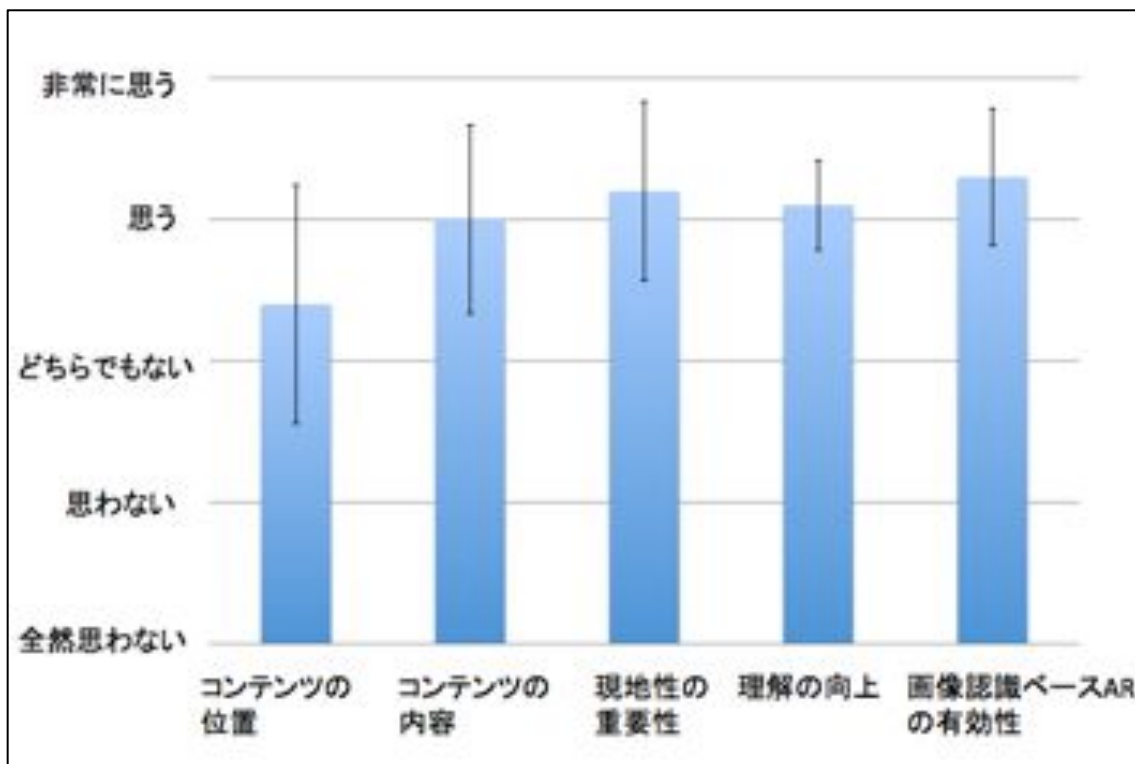


図 5-2 : アンケート結果

アンケート結果はこのようになった。まず、ロケーションベース AR として適切な位置にコンテンツを表示できているかという質問に対しては、平均値 3.4（標準偏差 0.84）であった。次に、歴史的なスポットとそこに設定された、ユーザの理解を深めるための画像コンテンツが違和感なく適切な内容のものであるかという質問に対しては、平均値 4（標準偏差 0.66）であった。また、展示物や歴史を理解する上で、実際にそれが存在した場所に行くことで、理解が深まると思うかという現地性の重要性に関する質問では、平均値 4.2（標準偏差 0.63）であった。そして、モノをただ見るよりも、本システムを使った方が、理解が深まったかというシステムを使用することでの理解度の向上については、平均値 4.1（標準偏差 0.31）であった。画像認識ベース AR は展示物の背景やプラス α の情報を理解するにあたって有効であるかという質問は、平均値 4.3（標準偏差 0.48）であった。最後の、システムの改善点として自由に記述してもらった質問では、以下の様な回答が得られた。

- ・ 他の展示施設も取り上げてコンテンツ数を増やすべきである。
- ・ 案内機能をつけたら尚良い。
- ・ 面白いコンテンツではあるが、どうやってこのコンテンツについて知ってもらうのか。
- ・ ナビゲーション機能があると良い。

また、本システムを、博物館展示を専門に研究している学者の方2人に見せた際に、意見を頂いたところ、案内機能があると良いという意見を頂いた。

5.1.6 考察

システムの妥当性の評価である理解の向上と、現地性の重要性、画像認識ベース AR の理解向上への有効性については、比較的高い評価が得られた。本システムの展示手法としての妥当性が一定の評価を得られたことが分かった。また、システムの適切な表示については、他の要素よりも評価が低く、再考の余地があることが分かった。この原因として挙げられるのが、建物を歴史的なスポットとして設定した際の位置情報の座標位置である。地下壕のある特定の場所や、弥生時代住居跡など、点で示せる位置情報についてはその点の座標を示せば良いが、建物の位置情報については、その建物内のどの点に座標を置けば良いかが重要である。自身で再度コンテンツを回り位置情報を確認したところ、建物の位置情報についてはズレが生じているような感触を得た。この問題を解決するために、建物内に設定する位置情報について再考する必要がある。また、意見として多かったのが、案内機能を追加するべきというものだ。これは、ライブビュー時（カメラの画像上にエアタグが表示されている状態）に、行ってみたいという場所が見えても、実際にどうやってそこに行ったら良いのか分かりにくいという問題点から生じるものである。この問題についても、再考し、システムの再構築をする必要がある。

5.2 KEIO VIRTUAL MUSEUM の再構築

アンケート結果から得られた問題点をふまえて、KEIO VIRTUAL MUSEUM の再

構築を行った。

まず、適切なコンテンツ位置についてである。前述したように、建物をスポットとした際に、ユーザが鑑賞する場所によっては、対象の建物とエアタグの位置とがずれている感覚を得るという問題点がある。この問題点を解決するために、建物に対して与える座標を改める必要がある。解決策として、東西南北どの方向からユーザが鑑賞しても見え方が一定になる位置に座標を修正した。具体的には、建物の中心点を決め、そこに座標を設定するというものである。上空から見た際に、正方形や長方形になっている建物であれば、2本の対角線が交わる場所を中心点とすれば良いのだが、L字型などになっている建物などに対しては、まずその形状を一度正方形や長方形に見立てて中心点を設定した。この処理を行うことで、L字型であれば座標の点が建物外になってしまう場合もあるが、どの方向から見ても違和感が少ない適切なエアタグ位置になることが分かった。

次に、案内機能の組み込みについてである。ユーザが自由に観賞する本システムの性質上、あるコースを設定して、その通りにナビゲーションを行うような案内機能に関しては不適切であると考え。ユーザにどのスポットを観賞するか自由に選んで貰う上で、そのユーザが選んだ、行きたいスポットに対して現在地からどのように行ったら良いのかという案内機能を提案する。このような案内機能の構築について、URLスキームを利用した、マップアプリケーションのナビゲーション起動を使用する。URLスキームとは、アプリケーションからアプリケーションを呼び出す仕組みのことである。POIエアタグの詳細ウィンドウにこの場所へのルートを表示するボタンを設置し、ボタンを押すと、内蔵のマップアプリケーションが起動しPOIエアタグの場所の座標が目的地として表示されているナビゲーション画面が開く、という仕組みになる。このような機能を全てのPOIエアタグに設置することで、現在地から任意のPOIエアタグの位置への経路が、多くの人を使い慣れている内蔵のマップアプリケーションのナビゲーション画面によって表示される。Androidに対しては、内蔵のGoogle Mapsで表示され、iOSの場合は、Google Mapsのアプリケーションをデバイスにインストールしている場合はGoogle Mapsで起動し、Google Mapsをインストールしていない場合は、プリインストールされている、Appleのマップによって表示される。構築したナビゲーション機能を図5-3 5-4 5-5に示す。

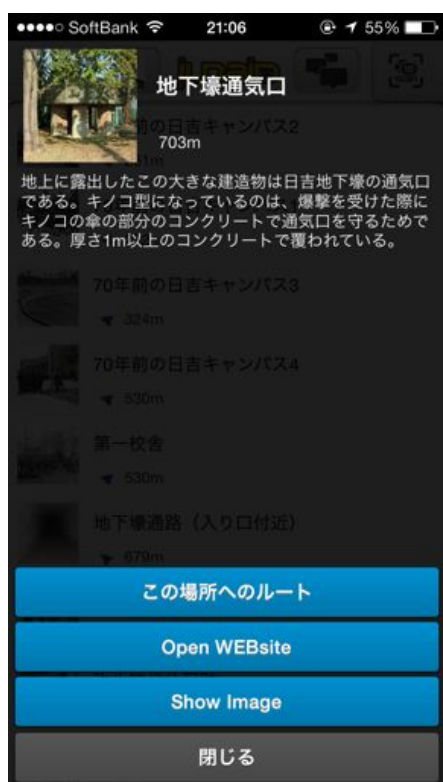


図 5-3 : ルートボタンの設置



図 5-4 : Google Maps によるナビ



図 5-5 : Apple map によるナビ

第6章

システムの検証と評価

6.1 「慶應義塾と戦争」展覧会でのコンテンツ使用

慶應義塾福澤研究センター²⁷の協力で、同センター主催の「慶應義塾と戦争 I 展覧会 -慶應義塾の昭和十八年-」[17]において本研究の展示システムのコンテンツを使用させて頂くことになった。この展覧会でのシステム使用の中で、本研究におけるシステムの検証と評価を行う。

6.1.1 展覧会概要

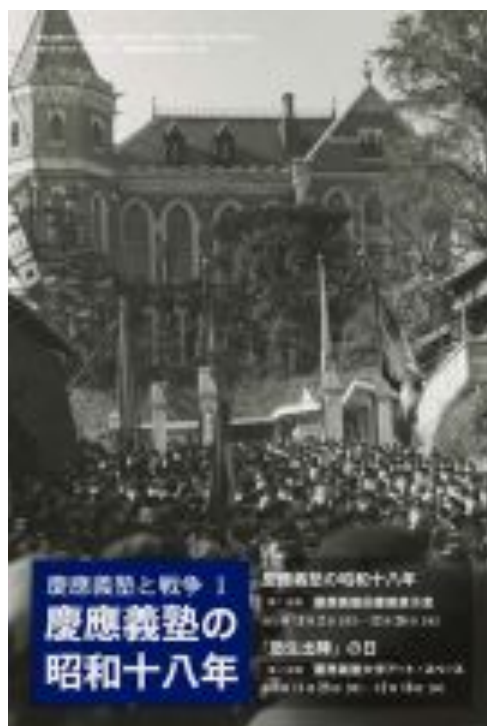


図 6-1 : 慶應義塾と戦争 I 展覧会-慶應義塾の昭和十八年-

²⁷ 慶應義塾福澤研究センター <http://www.fmc.keio.ac.jp/>

展覧会案内より抜粋

「 慶應義塾にも戦争の時代がありました。

明治時代から昭和戦前に至るまで、大学・高等学校などに在学中の学生は、兵役の義務を猶予される特権を与えられていました。しかし戦争の拡大に伴い、昭和16(1941)年より国は大学などの年限を短縮して卒業を早め、次いで昭和18(1943)年には猶予の制度を廃止し、20歳以上の若者は学業半ばでも陸海軍へと入隊していきました。いわゆる「学徒出陣」です。本展覧会は、今からちょうど70年前に当たるこの戦争の時代の義塾を見つめ直す、三回シリーズの展示の第一回です。日米開戦より学徒出陣までを、慶應義塾内の諸資料や、新たに発見・収集された資料などを用いながら、たどっていきます。 」²⁸

慶應義塾と戦争 I 展覧会 -慶應義塾の昭和十八年- (以下 本展覧会) では、学徒出陣から70年経った現在で、戦争の時代を振り返る展覧会であり、当時の写真や物品などが展示される。本展覧会は以下のような日程で開催された。

- ・ 第1会場 慶應義塾図書館展示室 12月2日 - 12月26日
- ・ 第2会場 慶應義塾大学アート・スペース 11月25日 - 12月18日

また、本展覧会は、「慶應義塾と戦争」アーカイブプロジェクトの一環であり、HPやSNSなどのインターネットを用いた展示品の公開などの活動を行っている。

本研究では、慶應義塾福澤研究センターのご厚意で、この展覧会において、KEIO VIRTUAL MUSEUM を連携させること、また、展示品の一部をコンテンツとして使用することの許可を頂いた。したがって、本展覧会用のコンテンツを追加制作し、この展覧会の場を借りて本研究のシステムの検証と評価を行った。

²⁸ 展覧会の案内より抜粋 <http://project.fmc.keio.ac.jp/exhibit01.html>

6.1.2 展覧会用コンテンツの制作

展覧会用のコンテンツとして、実際に展示される当時の写真を、慶應義塾福澤研究センターよりお貸し頂いた。これらの写真は当時の慶應義塾で撮られたものであり、現在の場所と対応付けられるものを位置情報で紐付けした。また、本システムで使用する展覧会用コンテンツは全て慶應義塾福澤研究センター所持のものであり、したがって、写真と共に載せられるキャプションなども同センターが記述したものをそのまま利用させて頂いている。これは、展示物のキャプションというのは、多くの人が見るとてもデリケートなものであり、専門の方が書いたものを使用すべきという判断によるものである。



図 6-2：展覧会用コンテンツ—塾生出陣壮行会—

展覧会用コンテンツはこのように制作した。これは実際に展覧会で展示される写真をデジタル化したものであり、この写真は学徒出陣に際して行われた塾生出陣壮行会の様子であり、撮影された場所としては、旧正門（現在の東門）である。



図 6-3 : 現在の旧正門（現東門）²⁹

上の図 6-3 は図 6-2 の塾生出陣壮行会で撮られた写真とほぼ同じ位置で撮られたものである。本システムでは、このような現在の慶應義塾の中で 70 年前の慶應義塾を感じることのできるコンテンツを制作している。

図 6-2 の左にあるように、今回のコンテンツにも各種ボタンを設置している。WEB サイトのボタンでは、今回の展覧会の WEB に飛ぶように設定されている。また、画像の拡大表示と、5 章で組み込んだナビゲーション機能、そして、本展覧会のアクセスマップを設置している。アクセスマップの設置理由については、後述の検証の項で述べる。図 6-4 はそのアクセスマップであり、展覧会場マップのボタンを押すとこの画像が表示される。

²⁹ <http://project.fmc.keio.ac.jp/2013/11/70-2b3f.html>



図 6-4 : 展覧会場マップ



図 6-5 : 三田でのコンテンツの例



図 6-6 : 日吉でのコンテンツの例

展覧会用コンテンツでは他に図 6-5 の大銀杏のような三田キャンパス周辺のコンテンツ、また、図 6-6 の日吉での式典のような日吉キャンパスのコンテンツ、など合わせて 12 項目のコンテンツを KEIO VIRTUAL MUSEUM に追加した。

6.2 評価の方法と概要

本研究の評価では、当初の研究の課題に対して、大きく2つの評価を行う。

まず、本研究は、ユーザに使用される状況として大きく2つに分けることができる。

1つは、本システムの存在を先に知り、本システムで観賞したことをきっかけに博物館に行くような「前体験」の状況。2つめは、博物館において、宣伝や告知などがしてあった本システムの存在を知り、博物館で展示を見ながら、または見た後に本システムを使用する「共体験・追体験」の状況である。

本システムには、上記のように、状況によって異なる性質・役割がある。「前体験」の状況の際には、1つの展示手法でありながら、実際の展示施設のための広報手段としての性質がある。「共体験・追体験」の際には、展示手法として鑑賞者に新しい体験を提供し、その体験を展示施設から帰った後も振り返ることのできる役割を持つ。このように、ユーザが本システムに触れるタイミングや状況によって、本システムの使い方や役割も変化する。

このような本システムの評価方法であるが、まず当初の課題である、博物館の共通課題を振り返る。博物館の共通課題は「博物館をもっと魅力的な施設にし、より多くの来場者を獲得する」ことである。つまり、現在のように、規模・種類共に多様な施設が存在する中で、どれだけ多くの人に博物館の存在を認知してもらい、訪れた人に対してどれだけ満足してもらえるか。ということである。この課題の解決のためには、「多くの人に博物館の存在を認知してもらい、足を運んでもらう」、「訪れた人が満足するような魅力的な展示体験を提供する」という2つの要素をクリアすることが必要であり、したがって、本研究ではこの2つの要素に対応した2通りの評価をする必要がある。

まず、前者の「多くの人に博物館の存在を認知してもらい、足を運んでもらう」という要素に対して、本システムが持つ、設置した動線によって人を動かす効果、すなわち「展示施設の広報手段」としての本システムの機能を検証し、評価する。次に、後者の「訪れた人が満足するような魅力的な展示体験を提供する」という要素に対して、展示手法としての本システムの有効性を検証し評価する。

6.3 人を動かす効果の検証と評価

6.3.1 目的

まず、本システムの人を動かす効果（展示施設の広報としての効果）を検証する。今回の検証では、慶應義塾と戦争展覧会において本システムを用い、人の動きを測定する実験を行う。この実験で、本システムは他の広報手段と比べてどのくらい人を呼ぶことができるのか＝広報としての効果があるのかを検証し評価する。

6.3.2 方法

本実験は、次のような手順で行った。

1. 本システム（KEIO VIRTUAL MUSEUM）の存在だけを示すチラシAと、展覧会の案内だけを示したチラシBをそれぞれ500枚、計1,000枚用意する。
2. 展覧会の開催期間の間、3日間ずつ交互にそのチラシA、Bを三田キャンパス周辺で配布する。
3. KEIO VIRTUAL MUSEUMにGoogle Analyticsのアドオンを導入し、チャンネルへのアクセスをカウントする。
4. 展覧会場に、何を見て展覧会に来たのかを回答するアンケートを設置し、来場者に回答してもらう。
5. 3の結果と4の結果から本システムの人を動かす効果を測定する。

まず、人を動かす効果を検証する上で、本システム（チャンネル）にアクセスしたユニークユーザは何人であったのかを知る必要がある。そこで、アクセス解析サービスであるGoogle Analyticsを本システムに組み込むことにより、アクセス解析を可能にした。

次に測定する方法であるが、当初は慶應義塾福澤研究センターが運営する今回の展覧会のWEBページや、Facebookページなどで本システムについての紹介をさせて頂く予定であった。このような紹介をして頂ければ、多くのユーザ数を得ることになるのだが、しかし、同WEBページやFacebookページを訪れる人は、展覧会の存在を

WEB ページなどに訪れたその時に知ってしまうので、本システムを体験するときにはあらかじめ展覧会の情報が入ってしまっている状態になり、これでは本システムだけの人を動かす効果を計測できない。このような結論から、本システムは WEB や SNS での告知を行わなかった。

そこで、本システムだけの人を動かす効果を厳密に測定するために、本システムの存在だけを示したチラシ A の配布を行った。このチラシ A を受け取った人は、KEIO VIRTUAL MUSEUM というアプリケーション内のチャンネルの存在だけを知る。チラシにはダウンロードする手順が示してあり、チラシを受け取った人がダウンロードを行い、付近の何らかのエアタグを開けば、そこにはコンテンツに関連する展覧会がすぐ近くで行われている情報を知ることになる。その情報を得て、興味が湧き、展覧会に足を運ぶ人がいれば、それは本システムの人を動かす効果によって展覧会に足を運んだと言えるだろう。このような動線を分かりやすいものにするために、展覧会用のコンテンツに図 6-2 のような会場マップを組み込んだ。

展覧会の存在を知らせるチラシ B には、本システムのことは告知しておらず、単に展覧会の存在を知らせるだけのチラシになっている。このチラシ B はチラシ A との比較検証のために作成した。また、他にも「慶應義塾と戦争」アーカイブプロジェクト主体の広報活動も行われている。これらの展覧会の広報活動の集客も、本研究で行うチラシ A を使ったシステムによる集客、とチラシ B による集客と並行して人を動かす力（集客力）の比較を行う。

また、展覧会場に設置するアンケートには、以下の質問項目を設けた。

- ・ 年齢、性別
- ・ 何を見て展覧会を知ったか

選択肢（ハガキ、ポスター、WEB ページ、Facebook などの SNS、友人の紹介、KEIO VIRTUAL MUSEUM を見て、配布されたチラシを見て、新聞・テレビを見て、その他）

これらの選択肢は、今回の展覧会において、情報を発信している全ての選択肢であり、本研究で行っているチラシの配布については、同様の告知方法を慶應義塾福澤研究センターでは行っていない。したがって、アンケートに回答した来場者の正確な情報取得源を知ることができる。以下に、システムの存在だけを知らせるチラシ A と、展覧会の存在だけを知らせるチラシ B、そして展覧会場に設置したアンケートを示す。



KEIO VIRTUAL MUSEUM

KEIO VIRTUAL MUSEUM は慶應義塾周辺の歴史情報をARで見ることのできるアプリケーションです。実際にキャンパスをまわりながら付近の歴史をたどることができます。是非、お試しください。

導入方法

1. App store、Google playで junaio というアプリを検索し、ダウンロードして下さい。(無料)
2. junaioを開き、左上の検索マークから「keio」と検索して下さい。(GPSを使用するので位置情報サービスをオンにして下さい)
3. KEIO VIRTUAL MUSEUMというチャンネルを開くと、コンテンツを見ることができます。





お問い合わせ: kenkenpa2323@a8.keio.jp(慶應SOM研究科)

図 6-7 システムの存在だけを知らせるチラシ A

「慶應義塾と戦争」展覧会 - 慶應義塾の昭和十八年 -



提供: 慶應義塾歴史研究センター

本展覧会は今から70年前にあたる「学校出陣」を中心に戦争の時代の義塾を見つめ直す、3回シリーズの第1回です。

会場

- 第1会場 慶應義塾図書館展示室
2013 12/2(月)～12/26(木)
- 第2会場 慶應義塾大学アート・スペース
2013 11/25(月)～12/18(水)



お問い合わせ: kenkenpa2323@a8.keio.jp(慶應SOM研究科)

図 6-8 : 展覧会の存在だけを知らせるチラシ B

6.3.3 結果

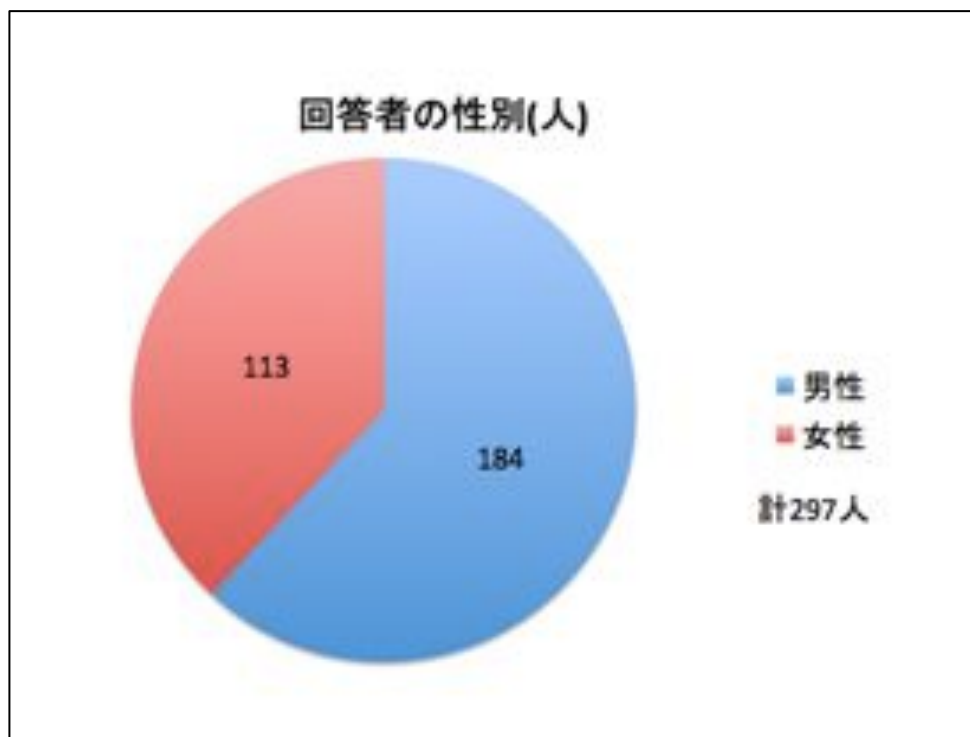


図 6-10 : 回答者の性別

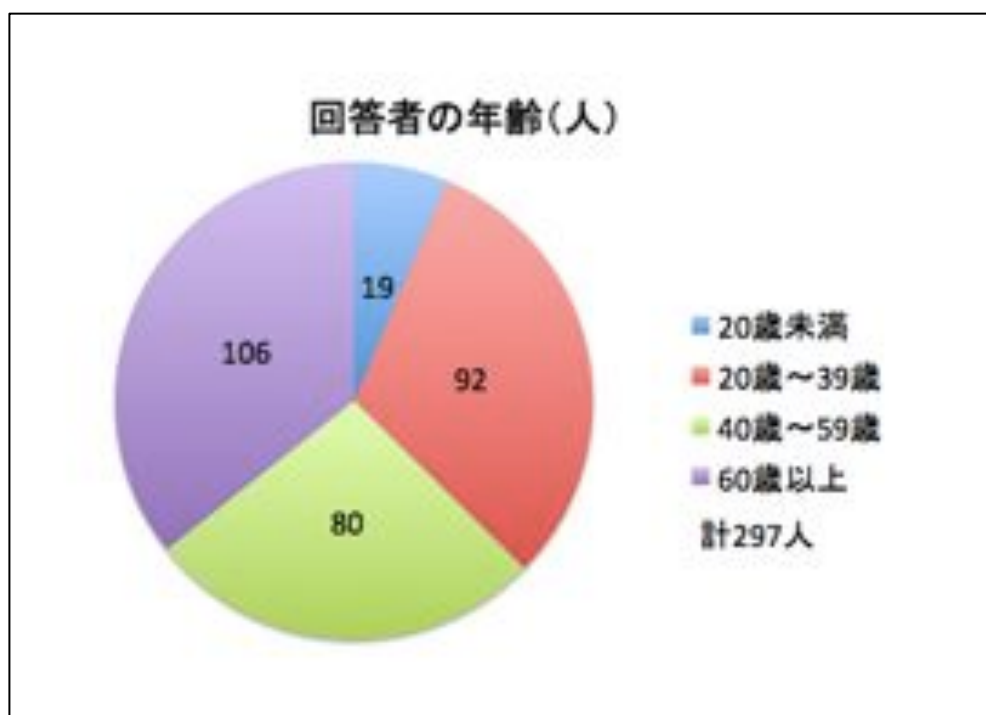


図 6-11 : 回答者の年齢

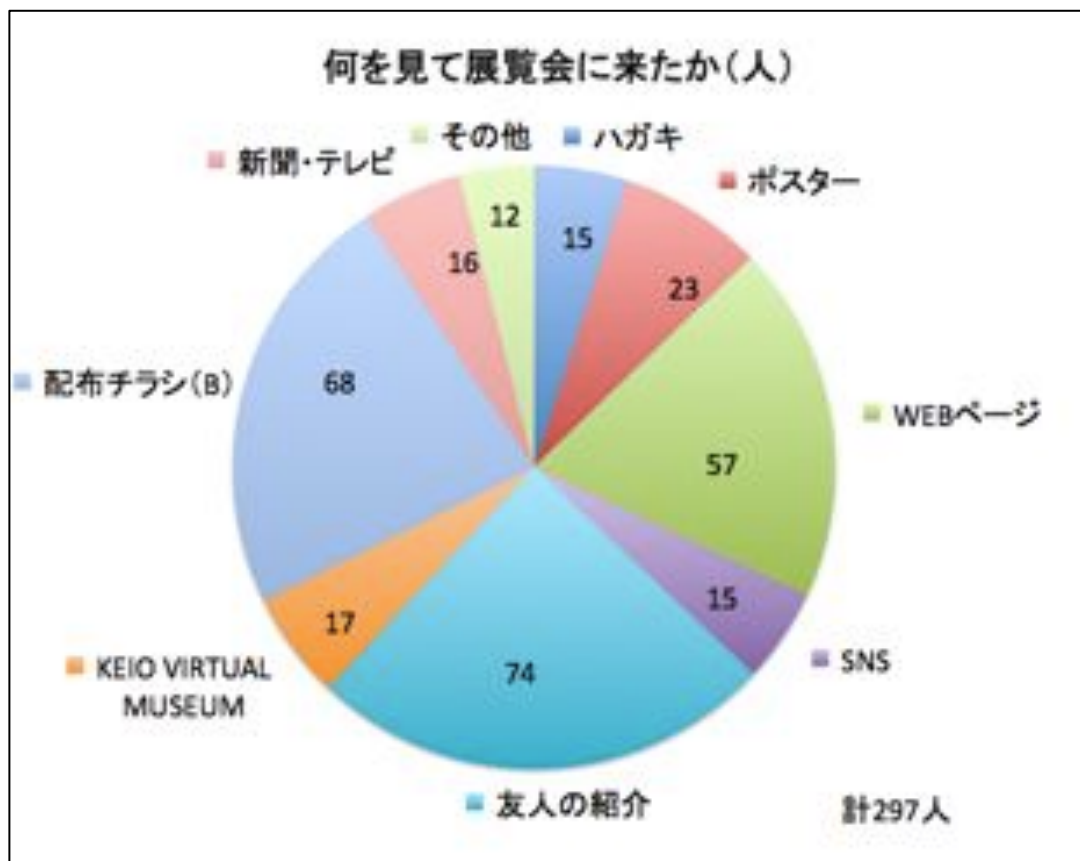


図 6-12 : 何を見て展覧会に来たか

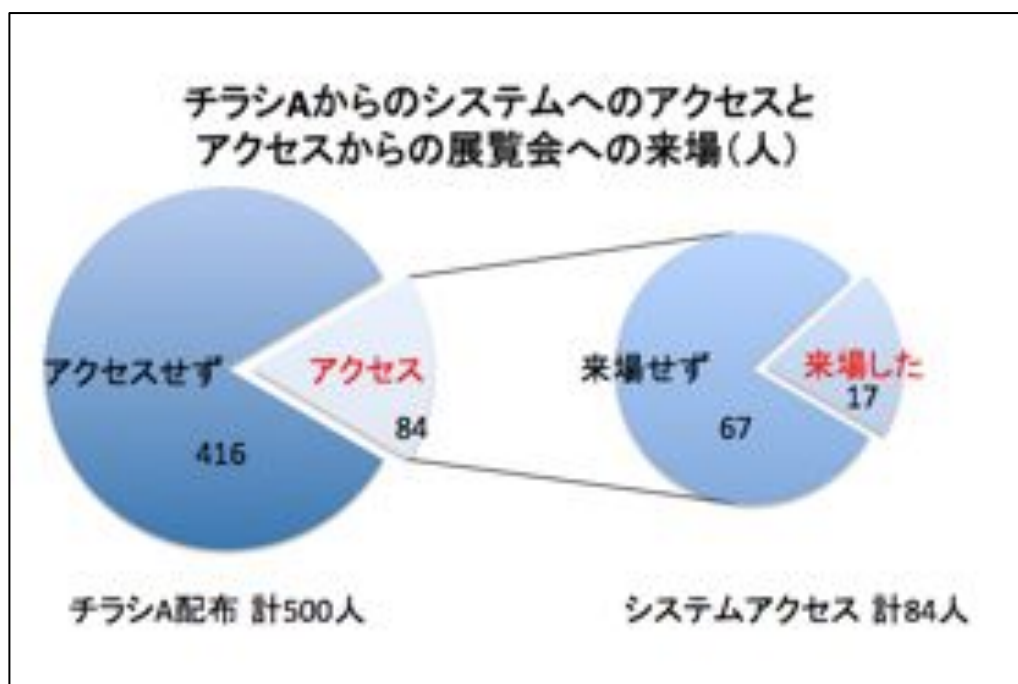


図 6-13 : システムの人を動かす効果

図 6-10、6-11 に回答者の属性、図 6-12 に回答者が展覧会に来場するきっかけになった情報源、図 6-13 に、チラシ A を受け取り、その中からシステムにアクセスした人の割合、またアクセスした人の中から実際に展示会場に行き、アンケートに回答した人の割合を示す。

第 1 会場の慶應義塾図書館展示室、第 2 会場の慶應義塾大学アート・スペースの両方において、展覧会入り口の配布資料の横にアンケートを置かせて頂いたため、多くの回答数を得ることができた。アンケートは展覧会期間中に 297 名の方から回答を得ることができた。回答者の 6 割が男性で残りの 4 割が女性であった。年齢は 60 歳以上が最も高く、次いで 20~39、40~59 と幅広い年代の方に回答して頂いた。

結果は次のようになった。まず、何を見て展覧会に来たかという問に対しては、友人の紹介が最も高く 74 人 (25%) という結果であった。大学内での口コミや、最も年齢層割合の高い高齢者の方々の友人への口コミが多かった。次いで、本研究で配布した、展覧会の存在のみを告知するチラシ B が 68 人 (23%)、WEB ページが 57 人 (19%) であった。次に大学構内や周辺の飲食店などに掲示されているポスターが 23 人 (8%)、そして本システムである KEIO VIRTUAL MUSEUM が 17 人 (6%) であった。その後、新聞・テレビが 16 人 (5%)、Facebook などの SNS が 15 人 (5%) ハガキによる告知が 15 人 (5%) という結果であった。

6.3.4 考察

この結果から、本システムによる集客が、今回の展示会については新聞・テレビなどのマスメディアや、SNS、ハガキによる告知よりも集客を生んでおり、ポスターの掲示とも同等の集客を行えたことが分かる。今回のような大学内で行われ、戦争というテーマを取り扱う展覧会では、大学という場所・若い時に戦争が身近にあった高齢者の世代という 2 点の特徴から、友人からの紹介という、所謂口コミからの集客が非常に大きな要因を占めていることが分かった。また、比較検証で配布した、展覧会の存在のみを知らせるチラシ B についても、68 人 (23%) と、大きな集客力になっている。これは、配布していた三田キャンパス周辺のすぐ近くで展覧会が行われており、図書館という会場も、配布対象の大部分を占める大学生にとって寄り易い場所であったという要因が考えられるだろう。チラシ B については 500 枚配ったうちの 68 人が

展覧会場のアンケートに回答してくれた、つまり少なくとも 13.6%が足を運んでくれたということである。

また、チラシ A からの KEIO VIRTUAL MUSEUM へアクセスしたユニークユーザ数は 84 人であり、チラシ A を配布した枚数 500 枚の 16.8%にあたる。これは、「チラシからのファーストアクション」という観点で、チラシ B を受け取った人の展覧会への来場率 (13.6%) よりも高い割合である。この要因としては、チラシの配布対象者に大学生が多く、彼らはスマートフォンの所持率が非常に高い点、また、AR 技術を使用したアプリケーションについて興味がある人が多かった点などが考えられる。また、システムにアクセスし、実際にシステムを体験した 84 人から、システム内で告知されている展覧会の情報を見て実際に足を運ぶ人が 17 人 (20%) と、「システム体験から展覧会」へのセカンドアクションが、「チラシからシステム体験」のファーストアクションよりも高い割合であることが伺える。これはシステム内に、会場である慶應義塾大学アート・スペースや図書館展示室のエアタグも組み込み、関連する展示施設への動線になる情報がしっかりと配置できていたのではないかとという点や、アプリケーションをダウンロードし、コンテンツを体験してくれる人は、もともと慶應義塾の歴史にある程度興味があった人なのではないかという点、またシステム上で体験するコンテンツのすぐ近くで展覧会が行われているという点、などが要因として考えられる。また、今回の一連の実験では、人を動かす効果の測定を正確に行うため、チラシによるシステムの告知という古典的な方法を行い、それによって宣伝方法の一つとして使用できる効果あることも確認できたが、やはりモバイルデバイス上で稼働する本システムの性質上、やはりインターネットメディアや SNS と連携したシステムの告知が、本システムと親和性が高いのではないかと考える。



図 6-14 : 第 1 会場とアンケートボックス



図 6-15 : 第2会場の様子

6.4 展示手法の検証と評価

6.4.1 目的

次に2つめの検証と評価である、展示手法の検証と評価を行う。これは、本システムの展示手法としての評価のために行うものであり、ユーザが本システムを体験した際に、どのような感想を得たのかを評価する。つまり、「博物館をもっと魅力的な施設にし、より多くの来館者を獲得する」という博物館の共通課題の中の、「博物館をもっと魅力的な施設にする」という部分に対して新しい展示手法を構築したというアプローチがユーザのニーズに対しての解＝理解の向上や魅力の向上につながったかを検証するものである。本実験は「慶應義塾と戦争展覧会―慶應義塾の昭和十八年―」開催中の三田キャンパス周辺において行った。

6.4.2 方法

本検証は以下のような手順で行った。

1. 展覧会を見て退場してきた人を中心に、声をかけ被験者を確保した。

2. 被験者に対して、本システムの概要について説明し、目の前でデモを見せながら簡単な使い方を示す。
3. 被験者に実験用モバイルデバイスを渡し、数分間自由にコンテンツを体験してもらおう。
4. 計5問のアンケートに回答してもらおう。

この手順で実験を行った。被験者は20代～50代の男女で、三田にて計30人に対して行った。実験用モバイルデバイスとは、junaioがダウンロードされ、本システムを起動しすぐに体験することができようようにこちらで用意した端末である。Junaioをその場でダウンロードしてもらおう方法も考えたが、展覧会にはスマートフォン・タブレットを持たない高齢者の方も多く、混乱を避けるためとスムーズな実験遂行のために実際用モバイルデバイスを使用した。今回はiPad miniとiPhone5sを用いた。

6.4.3 アンケート項目

アンケート項目は展示手法としてのシステムの有効性と妥当性を測る5問の設問を設置した。

まず、システムの有効性については違和感なくシステムを体験できたかを評価する必要がある。そこで、ロケーションベースARとして適切な位置にコンテンツを表示できているか、また、コンテンツの内容は適切なものであったかを「コンテンツ内に表示されているふきだしの位置や方向、内容は適切であるか」という内容で質問した。今回はエアタグという言葉を使わずに、分かりやすいようふきだしという言葉を使用している。次に、同じ場所で時代を比較しながら体験すること、つまり現地性の理解が展示に対しての理解度の向上に寄与するののかという点に関して、「写真やモノだけの展示より、昔の姿と現在の姿を比較する体験をした方が展示物に対しての理解が深まるか」という内容で質問し、本システムの有効性を確認した。

システムの妥当性については、展示手法としての理解のしやすさと新たな興味・関心の発掘、博物館導入の是非という部分を評価する。そこで、展示物や関連する展示施設に対して興味や関心を与えることができたかを「この展示手法を体験することで、コンテンツの内容や実際に行われている展覧会への興味・関心が湧くか」という内容で質問した。また、展示手法としての理解のしやすさという点について、「70年前の

6.4.4 アンケート結果

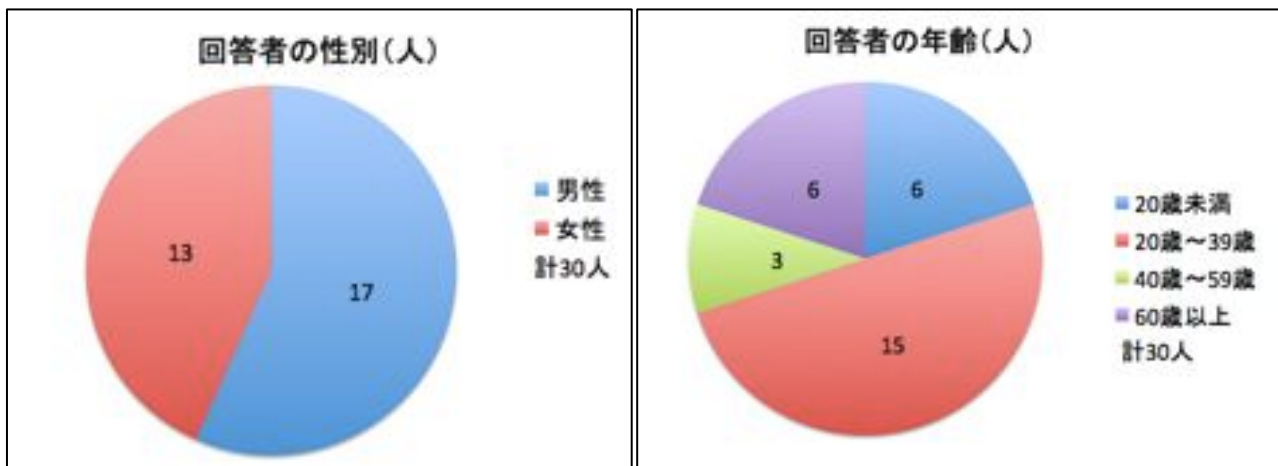


図 6-17：回答者の属性

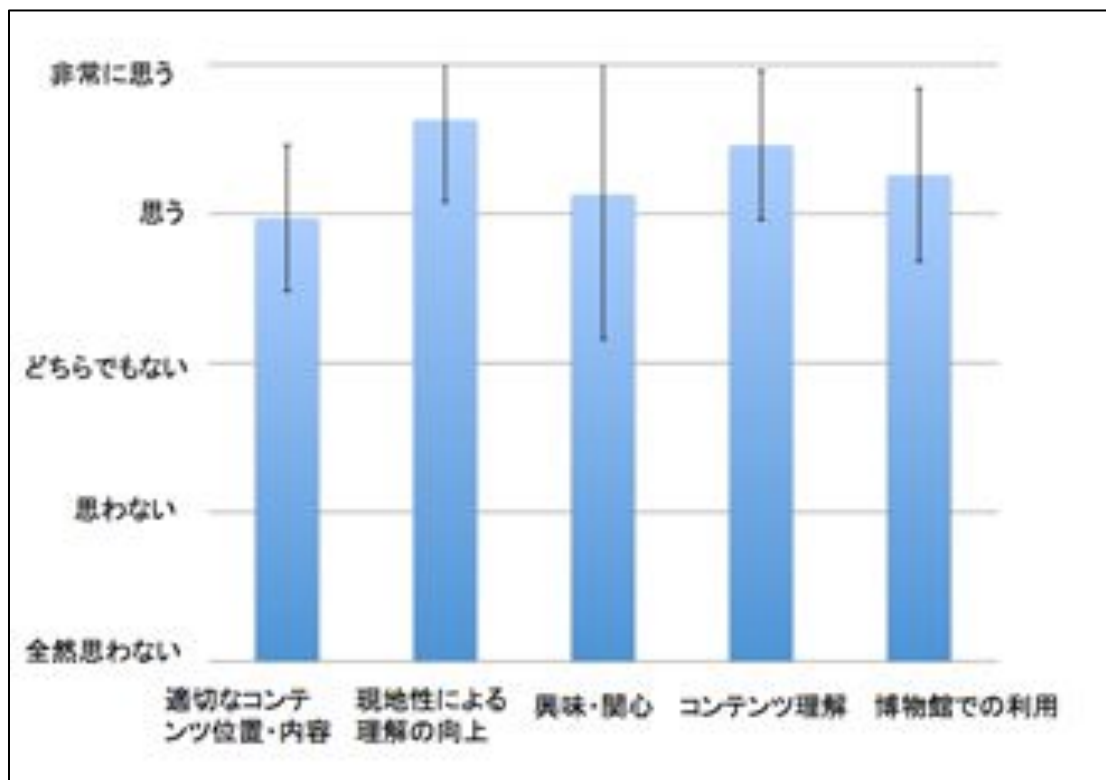


図 6-18：評価アンケート結果

図 6-17 は回答者の属性、図 6-18 はアンケートの結果を示している。この実験では、展示会場から退場して来る来場者を中心に、30 人の方にコンテンツを体験して頂き、その後アンケートに回答してもらった。男女の割合は、男性が 17 人 (57%)、女性が 13 人 (43%) であった。年齢層は 20 歳～39 歳が最も多く 15 人 (50%)、次いで 60 歳以上が 6 人 (20%)、20 歳未満が同じく 6 人 (20%)、最後に 40 歳～59 歳 3 人 (10%) であった。

結果は次のようになった。まず、違和感なく適切な位置・内容のコンテンツであったかという質問については、平均値 3.96 (標準偏差 0.49) であった。次に、特定の場所で過去と現代とを比較する観賞体験を行い、現地性を感じることに由る展示への理解の向上については、平均値 4.63 (標準偏差 0.55) という結果であった。そして、本システムを体験することによる、展示に対する更なる興味や関心の向上については、平均値 4.13 (標準偏差 0.97) であった。また、コンテンツの理解のしやすさを問う質問では、平均値 4.46 (標準偏差 0.50) であった。最後に、このような展示手法を実際の博物館に取り入れることの是非では、平均値 4.26 (標準偏差 0.58) であった。

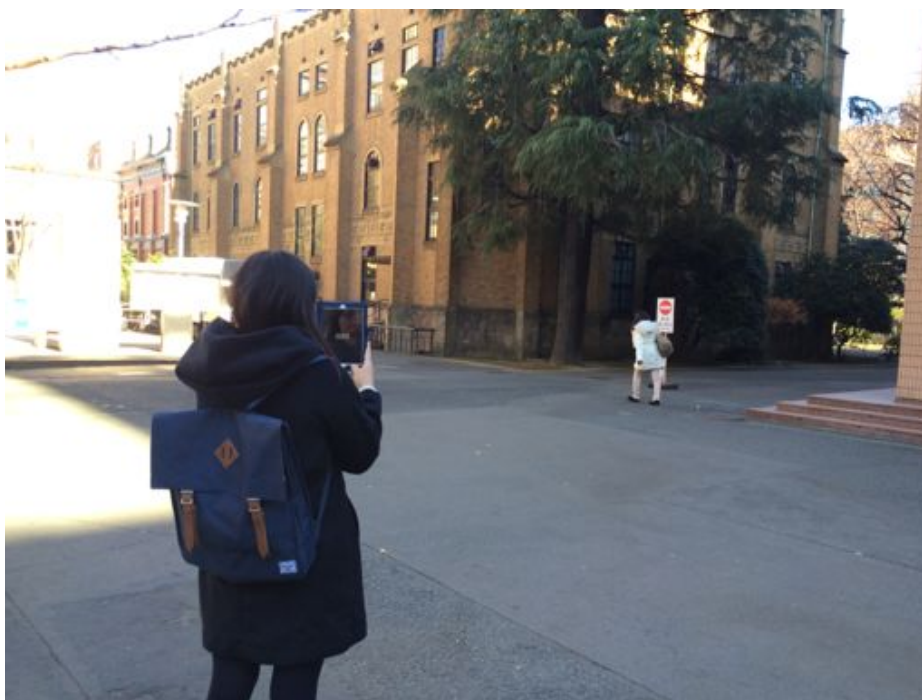


図 6-19 : 被験者にコンテンツを体験してもらっている様子

6.4.5 考察

アンケートの結果を順に考察していく。

まず、1番評価が低かった、違和感ない適切な位置・内容のコンテンツであるが、前回の実験の結果から、建物における位置情報座標の設定は詳細に行っていた。しかし、モバイルデバイスの通信状態によって、まれに位置情報や電子コンパスによる方向がずれて表示されることがあった。チャンネルのリロードによって解決することができるのだが、このようなズレが少なからず結果に影響したのではないかと考えている。コンテンツについては、福澤研究センターの方と打ち合わせを行って制作したものであり、内容について実験前のデモ中や実験中に被験者の方から口頭で良い評価を頂いていた。

次に、システムの有効性の評価である、現地性を感じることによる理解度の向上であるが、結果としては、1番良い数値が出ている。これは本システムの中で、正しく現地性を感じて貰えるようなコンテンツの内容表現ができていたと考えられる。また、本実験では展覧会から出てきた人を中心に実験を行った。展覧会で見た写真に写っている風景が実際にどこで撮られたものなのかを理解できる本システムは、展覧会の追体験として非常に効果があったのではないかと考える。実際に、慶應義塾関係者ではない高齢者の方などはキャンパスの地理も把握していない人がほとんどであり、そのような方に対して本システムを用いて展示の理解を深めてもらったのは良い機会であったと考える。

システムの妥当性評価である、興味・関心の向上であるが、結果が人によって大きく異なることが標準偏差から読み取れる。これは、今回の展覧会のテーマ内容である戦争とも関連していることが考えられる。実際に、この質問に対する高齢者の方の回答は良い評価が多かったが、若い世代の中では低い評価が目立った。確かに、このように展示のテーマや内容によって興味・関心を抱く人が割れることは、博物館などでは考えられている来館者の特徴であり、もともとあまり興味・関心がない人に対しても、展示やシステムの「見せ方」によって興味を抱いてもらえるような仕組みを作ることが今後の課題の1つとして挙げられるだろう。

次に、コンテンツの理解のしやすさでは、一定の良い評価が得られた。これも現地性による展覧会の展示と本システムのつながりが上手く機能したものであると考える。

最後に、システムの有効性・妥当性を含めた全体的な考察を行う。まず、現地性の体験による理解度の向上と、コンテンツの理解のしやすさで高い評価を得ていること

から、展示とそれに関わる実際の場所をリンクすることによって、鑑賞者の理解を助け、鑑賞者の満足度の向上につながると期待できる。実際の博物館での利用についても比較的高い評価を得たが、やはり一般の方々にとってはこのようなシステムを操作するのは難しく見えてしまうという点で課題が残る。被験者の方からもこのような内容を懸念するコメントを頂いた。実際に本物の展示物を見ることが最も重要な博物館において、実物の展示物を見る上で、更にどのような付加情報、追加情報を得ることができれば、更に深い理解が可能であるか、またそれを誰でも理解できる形で発信することができるか、など伝えたい情報の根本である実物の展示物を中心にどのような方法が良いのかを議論し展示手法を決定することが重要である。

第 7 章

結論

第7章 結論

本章では、本研究の結論および今後の課題と展望について述べる。1章から6章までをまとめ、本研究によって得られた結論について述べる。次に本研究の今後の課題や展望について述べる。

7.1 結論

本研究では、「博物館をより魅力的な施設にし、より多くの来館者を獲得する」という博物館の共通課題解決のため、モバイルデバイス型 AR 技術を利用した新しい展示手法を提案した。

モバイルデバイス型 AR の中でも急速に普及が進んでいる AR プラットフォームを用いてシステムの開発を行った。位置情報を用いて任意の場所に情報を付加するロケーションベース AR と、カメラで認識した画像に直接情報を付加する画像認識ベース AR という2種類の AR 技術を利用した。考案した展示手法は、博物館などの展示施設内で展示されている展示物と、その展示物に関連する現実世界の実際の場所とをリンクさせるものである。このつながりを作ることによって、鑑賞者は展示物自体と関連する場所との関連性や歴史背景などの「現地性」を理解することができ、展示に対する理解度が向上すると考えた。

このシステムを実現するためのプロトタイプとして、慶應義塾大学に関する歴史的、博物館的なスポットや物品に AR による情報を付加する「KEIO VIRTUAL MUSEUM」を構築した。慶應義塾大学には博物館は存在しないが、歴史的に価値のあるものがキャンパス内に多数存在するため、このようなプロトタイプを構築するに至った。実際の博物館で利用されることを前提として開発しているものであるが、慶應義塾大学のような施設において、バーチャルな博物館を構築することができるという意味を側面に持っている。画像認識ベース AR については、3次元構造物である実際の物品に対して直接 AR による情報付加を行った。本来は平面上の画像を認識するための API であるが、読み込むためのマーカ制作の際に、考案した編集を行うことによって、3次元構造物であっても安定して読み込むようになった。また、一旦完成したプロトタイプを被験者に体験してもらい、回答してもらったアンケートの結果を元にプロトタイプの再構築を行った。再構築では、モバイルデバイス内に存在するマップアプリケーションを用いた案内機能を組み込んだ。

第7章 結論

研究の最終段階として、慶應義塾福澤研究センター主催の慶應義塾と戦争展覧会において、プロトタイプに展覧会用のコンテンツを組み込んだシステムを用い、システムの検証と評価を行った。システムの使われるタイミングによって、異なった役割がでてくるので2通りの検証を行った。1つはシステムが持つ、人を動かす効果を検証した。この結果、展覧会を広報する1つの手段として有効であるという結果が得られた。2つめの検証として、コンテンツの展示手法としての有効性と妥当性を検証した。被験者に実際に体験してもらい、その後アンケートに回答してもらった。結果、展示物とそれに関係する場所をリンクすることによる現地性体験の有効性が示された。

7.2 今後の課題

本研究の今後の課題としては、以下の3点が挙げられる。

- ・ユーザインタフェース
- ・観賞者がシステムを知る方法
- ・対象博物館

本研究では、ARプラットフォーム内で使用できるインタフェースを使用した。検証の際に高齢者の方には難しいという意見を頂いた。博物館は様々な年齢の人が訪れる施設であるので、高齢者や小さい子どもが使えるようなインタフェースが求められる。

また、本研究では、システムが持つ広報効果を測るため、アナログな方法でのシステムの告知を行った。博物館での共同体験・追体験のためには博物館での告知を行えばよいが、前体験や広報手段として用いる場合はもっと効果的な告知方法が必要である。モバイルデバイス上で動くシステムならば、インターネットメディアやSNSを用いた告知が効果的であると考えられる。

そして、対象博物館の問題もある、これは単一の博物館に対して適しているかどうかということであり、展示物と関連する実際の場所が極端に離れている場合ではこのようなシステムを用いることができない。そのような場合は大型の没入環境にを用いることによって遠隔地同士を結びつけ、新たな観賞体験ができるのではないかと考える。

7.3 展望

本研究のシステムは、モバイルデバイス型 AR を用いて、モノとそれに関する場所をリンクさせたものである。このシステムが持つ MAP+ロケーションベース AR の機能は交通案内や観光において既に利用が広まっているが、それらの多くは AR で見る必要がないと思われるものが多く、実際に利用されているものは少ない。確かに、ただの地図であれば、平面的なマップアプリケーションの方が使いやすだろう。

そこで、このシステムの展望として考えられるのが、近年盛んになってきている、アニメ聖地巡礼などに代表される「コンテンツツーリズム」での利用である。これらの旅行は単なる旅行とは異なり、アニメに登場する街並みの中で物語をなぞりながら巡るものである。アニメの多くは実際の街並みを撮影したものを描いている。最近ではこの聖地巡礼の経済効果が注目され、アニメ側から舞台の場所を公開する場合が増えてきたが、以前までは、舞台の街の名前などは公開されず、鑑賞者が掲示板などで情報を交換して知られるものであった。この聖地巡礼では、アニメの中に登場する街並みを実際の街並みの中で感じるものである。つまり現実世界の場所と、架空のモノを結びつけている。このような構造のものに対して、本研究の、モノとそれに関する場所をリンクさせる仕組みを適用することができる。例えば、実際の街並みに対して、対応するアニメの中の街並みを位置情報で紐づけ、AR によるデジタル情報（そのシーンの画像や動画）付加を行うなどである。このような分野において、本システムの仕組みを当てはめることができるだろう。

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、副査の春山真一郎教授、小木研究室所属の立山義祐助教から多くのご指導をいただきました。深く感謝申し上げます。

また、システムデザイン・マネジメント研究所の研究員である本間浩一様、慶應義塾福澤研究センター所属の都倉武之准教授からも、多くの助言やご指導を頂きました。実験を行うにあたり、慶應義塾大学メディアセンター、慶應義塾大学アート・スペース、慶應義塾福澤研究センターの方々には大変お世話になりました。

研究室の先輩である博士課程の伊藤さん、同期の濱口君、松田君、松岡君、熊君にも感謝致します。良いメンバーに恵まれて、日々切磋琢磨して研究活動を行うことができました。そして被験者として実験にご協力してくれた方々にも深く感謝申し上げます。

最後に、有意義な学生生活を送らせていただいた、私の家族に深く感謝し御礼申し上げます。

2014年1月31日

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

関口 健太郎

外部発表

[1] 関口健太郎, 立山義祐, 小木哲朗:AR プラットフォームを利用した博物館展示手法, 第18回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集 pp. 420-421 大阪 2013. 9. 18-20

参考文献

- [1] 政府統計総合窓口：
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001017254>
- [2] 飯田浩之，博物館をめぐる最近の動向--「博物館総合調査」過去3回の時系列比較，博物館研究 45(2),pp3-7,2010
- [3] 財団法人日本博物館協会，博物館の現状と課題（博物館白書 平成11年度版）
- [4] 吉田健，菅井勝雄，博物館の展示法をめぐる研究-科学・技術館を中心として-，大阪大学大学院人間科学研究科紀要. 26 P85-105, 2000
- [5] 日経コミュニケーション編集部，ARのすべて-ケータイとネットを変える拡張現実-，日経BP社，2009
- [6] Ronald T. Azuma: A Survey of Augmented Reality; PRESENCE: Teleoperators and Virtual Environments, Vol, No. 4(1997), pp355-385
- [7] Bimber, O. Raskar, R: Spatial Augmented Reality, Merging Real and Virtual Worlds, A K Peters Ltd, 2005
- [8] ARToolKit : <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- [9] 国立科学博物館事業推進部 広報・常設展示課 福井彰，科学系博物館における効果的な広報活動に関する調査研究，全国科学博物館協議会平成24年度海外先進施設調査報告
- [10] 広瀬通考，デジタル・ミュージアムの実現に向けた研究開発の推進「複合現実型デジタル・ミュージアム」
- [11] Takashi Kajinami, Oribe Hayashi: Digital Display Case, ASIAGRAPH2010 in Tokyo, pp119-120, Odaiba, 2010. 10. 14-17 (ARTECH) 2. 2. 1
- [12] 資延香里，小木哲朗，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，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修士論文，2010
- [13] 資延香里，立山義祐，Hasup Lee，小木哲朗，西岡貞一，芽原拓朗，篠田謙一：空間型AR展示のための効果的な色合成手法に関する検討，第15回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集，pp106-109，金沢，2010. 9. 15-17
- [14] 本間浩一，西村秀和，博物館という社会システムの発展に果たす市民の役割：インターネットを使った支援の仕組みの提案，慶應義塾大学システムデザイン・マネジ

メント研究科博士論文, 2010

[15] 近藤智嗣, 有田寛之: 博物館教育における ICT 活用, メディア教育研究 第6巻 第1号 S34-S43, 2009

[16] 岡龍太, TranXuanDuc, 新井イスマイル, 西尾信彦, 位置特定インフラ専用無線 LAN アクセスポイントの試作と測位精度制御の検討評価, 情報処理学会全国大会講演論文集 2011(1), 275-277, 2011-03-02

[17] 慶應義塾福澤研究センター, 「慶應義塾と戦争」アーカイブ・プロジェクト
<http://project.fmc.keio.ac.jp/>