デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用

平成27年度 遺跡整備・活用研究集会報告書

2016

独立行政法人　国立文化財機構

奈良文化財研究所

Nara National Research Institute for Cultural Properties

デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用

平成27年度 遺跡整備・活用研究集会報告書

2016

独立行政法人　国立文化財機構

奈良文化財研究所

Nara National Research Institute for Cultural Properties

デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用

平成27年度 遺跡整備・活用研究集会報告書

目　次

凡　例

開催概要

Ⅰ　講演・研究報告

1．遺跡における往時の様相の表現方法 …… 2
内田　和伸（奈良文化財研究所）

2．デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用　事前アンケート調査の実施・結果 …… 7
高橋知奈津（奈良文化財研究所）

3．遺跡におけるVR/AR技術利用の現状 …… 27
曽根　俊則（株式会社ジーン　第１開発事業部 APP開発室）

4．アプリ開発・運用の実際　―“AR長岡宮”活用と課題― …… 37
渡辺　　博（向日市教育委員会）

5．デジタルコンテンツを活用したガイドツアー
―鴻臚館・福岡城バーチャル時空散歩の運営― …… 58
中村啓太郎（福岡市経済観光文化局文化財保護課）

6．基調講演　３D e-Heritageとクラウドミュージアム …… 64
大石　岳史（東京大学生産技術研究所）

7．Mixed Reality技術を用いた文化財の復元　―飛鳥京、江戸城、一乗谷― …… 72
角田　哲也（株式会社アスカラボ）

総合討議の記録 …… 78

Ⅱ　事例報告

1．デジタルコンテンツを利用した特別史跡名護屋城跡の活用
―肥前名護屋城復元CGの制作とその活用― …… 86
松尾　法博（佐賀県立名護屋城博物館学芸課）

2．デジタルコンテンツを活用したガイドツアー　―教育的活用と地域づくり― …… 100
保阪　太一（南アルプス市教育委員会文化財課）

3．一乗谷朝倉氏遺跡バーチャルガイド　―デジタル技術を活用した観光誘客について― …… 112
内田　佳邦（福井市商工労働部観光文化局おもてなし観光推進課）

4．VR/AR技術を活かした丸亀城体験アプリ作成とその活用　―観光的活用と教育的活用― …… 116
後藤　幸功（丸亀市教育部総務課文化財保護室）

5．三内丸山遺跡ITガイドシステム …… 125
柿崎　隆司・岩田　安之（青森県教育庁文化財保護課）

6．「元寇船は海底にあり！」水中遺跡の活用策を探る
―スマートフォン用アプリケーションソフトを活用した元寇船復元への取り組み― …… 131
内野　　義（長崎県松浦市教育委員会文化財課）

7．アプリ「甦る屋嶋城」 …… 143
渡邊　　誠（高松市創造都市推進局文化財課）

8．アプリ「VR高松城」について …… 149
高上　　拓（高松市創造都市推進局文化財課）

9．金沢城ARアプリの開発と運用　―北陸新幹線金沢開業を契機とした新たな情報発信― …… 157
柿田　祐司（石川県金沢城調査研究所）

10．敦賀港レトロ浪漫ARアプリ　―近代港湾景観のVR再現と観光への利活用― …… 167
奥村　香子（敦賀市産業経済部観光振興課）

Ⅲ　総　括

デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用について …… 174
内田　和伸（奈良文化財研究所）

Table of Contents …… 176

凡　例

1．本書は、平成27年（2015）12月18日（金）に奈良文化財研究所平城宮跡資料館講堂において開催した平成27年度遺跡整備・活用研究集会『デジタルコンテンツを用いた遺跡活用』の報告書である。

2．本研究集会は、「記念物の保存・活用に関する調査研究」の一環として、奈良文化財研究所文化遺産部遺跡整備研究室が企画・主催し、内田和伸（遺跡整備研究室長）・高橋知奈津（遺跡整備研究室研究員）が担当した。参加者は、地方公共団体職員・研究者・実務者等、計129名であった。

3．本報告書の「Ⅰ　講演・研究報告」に収録した論考は、本研究集会において発表した内容に総合討議での議論を踏まえて各発表者が作成または加筆修正したもので、発表者の所属は、研究集会開催時点のものである。「Ⅱ　事例報告」は、研究集会等での情報収集の後に編者が各自治体に原稿依頼したもので、各報告者の所属は平成28年10月時点のものである。

4．本書の編集は内田和伸が行い、渡邉佳奈、北岡郁子の助力を得た。英文目次はEdwards Walter（奈良文化財研究所客員研究員）が校閲した。

開催概要

■ 開催趣旨

近年、遺跡の活用において、遺跡現地での理解促進を目的に、ARやVRなどの技術によるデジタルコンテンツを導入する例をよく見かけるようになってきました。このような取り組みは、平成23年ごろから始まり、スマートフォンの普及が進んだ現在では、インターネットを通じて誰でもダウンロード可能なアプリケーションの開発を行う地方公共団体も増えています。

ARやVRを用いれば、遺跡に復元建物などのハード整備を行っていない場合でも、遺跡のかつての景観や人々の様子を再現し、来訪者が追体験することが可能となります。また、遺跡現地におけるガイダンスやナビゲーションとして、関連する情報を文字や音声、画像などで提供することもできます。さらには、キャラクターを開発して共に記念写真を撮影できるなど遊びの要素も加えて、身近に歴史を学ぶ契機とする仕掛けとするとともに、観光振興の側面での効果も期待されます。

一方、導入したデジタルコンテンツの維持管理をどうするか、今後導入を検討している場合には、開発の費用対効果をどう説明するか、広域的な観光アプリとの連携やハード面での遺跡整備との関係をどうするかなど、検討課題も多いように思われます。さらに、日進月歩の技術革新の中、今後これらの技術やその利用が、どのような方向へ向かっていくのかを見据えておくことも必要でしょう。

この研究集会では、このような技術開発の最前線の様子、全国の現状、課題や問題点を共有することを目的としています。

■ テーマ　デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用

■ 日　時　平成27年12月18日（金）　13：30～17：30

■ 場　所　奈良文化財研究所　平城宮跡資料館　講堂

■ 発表者（発表順、敬称略）

大石　岳史　　曽根　俊則　　渡辺　博
中村　啓太郎　　角田　哲也

■ 事務局

奈良文化財研究所文化遺産部遺跡整備研究室
内田　和伸　　高橋知奈津

■ 参加者

地方公共団体職員・研究者・実務者等　計129名（発表者・事務局を含む）

■ プログラム

10：30　デジタルコンテンツ　デモンストレーション

〔デモ会場１〕タブレット端末による『AR長岡宮』デモ（㈱ジーン）〔於：第二次大極殿跡〕
〔デモ会場２〕タブレット端末・ヘッドマウントディスプレイによるデモ
（㈱アスカラボ・㈱ジーン）〔於：講堂〕

13：30　開会挨拶・趣旨説明

13：40　基調講演「３D e-Heritageとクラウドミュージアム」
大石　岳史　（東京大学生産技術研究所）

14：30　報告①　「遺跡におけるVR/AR技術利用の現状」
曽根　俊則（㈱ジーン）

15：00　《　休　憩　》

15：10　報告②　「アプリ開発・運用の実際　―“AR長岡宮”の活用と課題 ―」
渡辺　博（向日市教育委員会）

15：40　報告③　「デジタルコンテンツを活用したガイドツアー
―“鴻臚館・福岡城バーチャル時空散歩”の運営 ―」
中村　啓太郎（福岡市経済観光文化局）

16：10　報告④　「Mixed Reality技術を用いた文化財の復元
― 飛鳥京、江戸城、一乗谷 ―」
角田　哲也（㈱アスカラボ））

16：40　《　休　憩　》

16：50　総合討議

17：30　閉会挨拶

本研究集会の様子

本研究集会　デモンストレーションの様子

Ⅰ　講演・研究報告

遺跡における往時の様相の表現方法

内田　和伸（奈良文化財研究所）

１．はじめに

遺跡の保護においては、遺跡の本質的な価値を保存する技術とともに、その価値を分かりやすく正確に伝える展示技術や活用のための運営技術が必要である。遺跡が本来どのような様相をしていたかを現地でビジュアルに示すことは、遺跡の理解にとって極めて有効であることは論を俟たないだろう。

このため発掘された遺跡の遺構表現の手法には、①遺構そのものを屋内外で展示する遺構露出展示や、②遺構は保存のために埋め戻した上で、その真上に遺構模型（レプリカ）を展示する遺構複製展示、③遺構の位置や範囲を示す遺構平面表示、④建物の基壇・柱・壁などを建築材料や植栽などで一部立ち上げて表現する遺構立体展示、⑤存在したであろう建築物や構造物などを原寸大で復元する復元展示、などが行われてきた。また、遺構の真上とは限らずに設けられた解説施設には説明板の他、⑥屋内外での縮小模型の展示、⑦屋内外での原寸大模型の展示、などがある。

ここでは遺跡における往時の様相を示す①～⑦の表現手法を基本にしつつも、さらに工夫をしている具体的な事例を若干取り上げ、遺跡整備における往時の様相のこれまでの表現方法を振り返っておく。

２．これまでの表現方法

①遺構露出展示

覆屋を架けて遺構の露出展示をする遺構展示館では、検出遺構をそのまま展示している場合が多いが、史跡福岡城内（福岡市）にある史跡鴻臚館跡の遺構展示館では、建物遺構の上で往時の建物を原寸大の模型で表現しており、一部は遺構の上に浮かせて表現している（図１）。

史跡葉佐池古墳（愛媛県松山市）の一号石室は未

図１　鴻臚館跡遺構展示館　遺構展示と建物模型

図２　史跡葉佐池古墳　一号石室内模型展示

盗掘の状態で発掘調査がなされ、記紀に記される「もがり」という古代の葬送儀礼が実際に行われていたことを実証した貴重な遺構である。覆屋を架けた石室は露出させ、その床面では２回目の追葬時の様子をＦＲＰ模型で再現して展示している（図２）。

②遺構複製展示

特別史跡平城宮跡（奈良市）の内裏の井戸跡では、遺構を埋め戻した上で遺構のＦＲＰ型取り模型の展示を行い、説明板の中ではほぼ視点を合わせた復元的なイラストを展示している（図３・４）。

③遺構平面表示

史跡上之国館跡（北海道上之国町）の勝山館跡では、建物跡の平面表示に加え、説明板にはその視点に近い位置での復元CGを展示している（図５）。

④遺構立体表示

史跡下野国分寺跡（栃木県下野市）では塔の基壇復元がなされているが、七重塔の復元図を透明なアクリル板に描いて看板状にし、遠方より重ねて見ることによって七重塔の高さなどが実感できるような工夫を仮設物を用いて行っている（図６）。

指定文化財ではないが、大分県中津市の沖代地区条里跡を望める高台の展望施設でも、透明なアクリル板に条里地割の復元図をパースペクティブに描いて掲げており、実景と重ね合わすことによって条里跡を理解できるようにしている（図７）。

史跡下高橋官衙遺跡（福岡県大刀洗町）の整備では、正倉院跡は区画溝の復元整備、建物跡の平面表示を行っている。それを望む東屋には、古代の建物

図３　平城宮跡内裏井戸　遺構型取り模型

図５　上之国館勝山館跡　説明板の復元パース

図４　平城宮跡内裏井戸模型説明板

図６　下野国分寺跡塔跡　復元基壇に重ねる復元図

のイラストを透明フィルムに貼り付けたのぞきメガネを設置しており、往時の様子がわかるようにしている（図８）。

⑤復元展示

往時の様相が理解しやすい展示手法が建物等の復元展示であり、史跡等では厳しい審査を経て建物が復元されている。史跡吉川氏城館跡（広島県北広島町）の万徳院跡では風呂屋形を復元しており、竈の湯を屋形に引き込み蒸気を浴びる蒸風呂形式の入浴を体験できる。この復元建物は本来的な建物の特殊機能も体験できる点が特徴的であり、視覚のみでない空間の追体験も可能なことは復元展示の特長と言えよう。

⑥縮小模型展示

史跡秋田城跡（秋田市）の政庁域の整備では、東門と東面築地および北面築地の一部の建物を復元しているが、正殿跡等は平面表示を行い復元展示はしていない。このため、政庁の外側に１/20と１/50の復元模型を設置して、政庁内部の様相を知る一助としている（図９）。

⑦原寸大模型展示

史跡浦添城跡（沖縄県浦添市）の北斜面には浦添ようどれと呼ばれる琉球王国の英祖王と尚寧王の陵墓があるが、内部は公開していない。近くのガイダンス施設浦添グスク・ようどれ館においては英祖王の西室をFRPで型取りしてリアルに再現しており、墓室内部を擬似体験できるようにしている（図10）。

図７　仲代地区条里跡　展望施設

図９　秋田城正庁跡　１/20模型

図８　下高橋官衙遺跡　れきしびじょん
（写真提供：大刀洗町　赤川正秀氏）

図10　浦添グスク・ようどれ館　墓室内部再現展示

史跡上淀廃寺跡（鳥取県米子市）の整備では、金堂跡は基壇復元、塔跡はGRC型取り模型を設置している。様々な制約があり現地で金堂とその内部空間を復元することはできないが、近くのガイダンス施設において三尊仏や壁画のある往時の金堂の内部空間を原寸大の模型で再現している（図11）。

以上のように、各地の遺跡では①から⑦のような様々な遺構の展示手法に加えて、固定的な場所からに限られるが、イラストやCGなどの展示によって往時の様子をわかりやすくするための解説施設の整備や工夫が行われてきたのである。

2．新しい表現方法

一方で、５年くらい前からQRコードを用いた展示解説も行われている。史跡小牧野遺跡（青森市）では、樹林地に囲まれた中で環状列石の露出展示を行っている。縄文時代の雰囲気を壊さないようにするため、できるだけ現代的なサインなどは排除しており、詳細な説明文は名称板につけられた二次元バーコードを利用して携帯電話やスマートフォンで読むことができるようにしている（図12）。

そしてここ数年では、遺跡の活用においてはスマートフォンやタブレット端末を使ったデジタルコンテンツを用いて、詳しい情報は文字や画像・映像・音声で取得できるだけでなく、遺跡の往時の様子を現地の様々な視点からビジュアルに体感できるようになったことは以下の報告にある通りである（図13・14）。遺跡の現地でなくとも、ヘッドマウン

図11　上淀廃寺跡ガイダンス施設
上淀廃寺全堂内部復展示

図13　本研究集会　平城宮第二次大極殿跡での
デモンストレーションの様子

図12　小牧野遺跡　名称板

図14　第二次大極殿跡でのAR表示

図15　本研究集会　講堂内での
デモンストレーションの様子

図16　ヘッドマウントディスプレイの試用状況

トディスプレイを用いると高い没入感が得られるようになっている（図15・16）。では、上記のような施設や工夫は不要になってしまうのだろうか・・・。

遺跡におけるデジタルコンテンツの利用の進展は、遺跡における遺構等の表現に関わる計画を変えうるものであり、史跡等のマネジメントの根幹である保存活用計画や、ハードとしての遺跡の整備をどのように考えるべきかについても検討を迫っていると言える。

デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用
事前アンケート調査の実施・結果

高橋知奈津（奈良文化財研究所）

１．アンケート調査概要

（１）経緯・目的

平成27年度遺跡整備・活用研究集会「デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用」の開催に際し、遺跡の活用を目的としたデジタルコンテンツの導入状況の実態を把握・集約し、研究集会での議論を深めることを目的に、これに関するアンケート調査を実施することとした。

（２）アンケートの対象

遺跡の活用に関わるデジタルコンテンツの利用には、博物館やガイダンス施設等の屋内において、スクリーンやモニターに往時の景観の再現等を映し出して説明するものや、都道府県・市町村などの広域において遺跡を含む観光地の位置を案内するものなどがあるが、本アンケートでは、研究集会の趣旨に照らして、「遺跡現地屋外での利用を前提とするもの」に限り、上記の屋内・広域での利用を前提するものは除くこととした。

（３）アンケート項目内容

遺跡現地屋外での利用を前提としたデジタルシステム・アプリには、基本的にモバイル端末が利用され、大きく以下の二つの機能が搭載される。

・遺跡現地においてAR・VR技術を用いて失われた往時の景観を映し出す機能
・広域にわたる遺跡内の各地区や施設を案内する機能

したがって、アンケート内容もこれらの機能に関する項目を中心とするものとなった。アンケート項目を決定する際には、「AR長岡宮」の開発の担当者であり、研究集会において報告を依頼した向日市教育員会・渡辺博氏、（株）ジーン・曽根俊則氏にヒアリングを実施した。

アンケート内容は以下の５つの項目とした。

０．遺跡現地でのデジタルシステム・アプリ等の導入状況
１．基本情報（遺跡および開発者の情報）
２．システム・アプリ概要
３．開発・運用状況
４．効果・課題

項目０．については、未導入の地方公共団体の関心の状況を把握すること、またアンケート結果をこれらの団体に還元し、今後に役立ててもらうことを意図して設定した。また項目３．については、開発費用やその財源などの各団体の財務に関わる項目を含み、回答しにくい印象を持たれる懸念があったが、今後開発をおこなう団体にとっては最も関心の高い内容であると予想されたため、アンケート結果の公表において個別の情報を公開しないことを条件として、回答を依頼した。配布したアンケート様式は、10～11頁に示す。

（４）アンケートの配布、回答の方法

アンケート様式(10～11頁)および概要説明書を、平成27年９月上旬に都道府県文化財部局に送付し、市町村の該当部局へ配布を依頼した。回答は、都道府県・市町村の各部局が任意でおこない遺跡整備研究室に直接提出することとし、同年11月25日までに提出があったものについて集計を実施した。

２．アンケート集計結果

各地方公共団体から総数115件の回答を得た。

■項目０．遺跡現地でのデジタルシステム・アプリ等の導入状況および項目１．基本情報

デジタルシステム・アプリ等の導入状況に関する回答には、それぞれ以下の件数の回答があった。

①導入済・利用中	18件
②かつて導入したが現在は利用していない	０件
③計画・開発中	12件
④検討したことないが、関心がある	81件
⑤検討したことがなく、関心がない	５件
⑥検討する必要がない	０件

上記のうち、①および③回答件数が合計して30件である一方、④について81件と多くの回答が寄せられ、導入への関心の高まりをうかがうことができた。

以下にまとめる項目１.以降のアンケート結果は、①および③回答の30件を集計したものである。この①および③の回答に関する項目１．基本情報は12～13頁に一覧として示した。そのうち、③回答については、平成28年度の本報告書作成時に情報を新たに追加した。

■項目２．システム・アプリ概要

項目２．については、回答一覧を14～15頁に、集計結果を16～17頁に示した。各設問の回答には無回答の場合があったことから、それぞれの集計結果には回答数合計を併せて記している（項目３．も同様）。以下の本文では、集計結果から判明した内容で特筆すべきものについて、項目ごとに報告する。

２-１.システム・アプリの主な機能では、主にAR・VR・マップ機能について選択肢を設けた。回答の多くがこれらの機能を組み合わせた仕様としていたが、回答数の合計25件中、AR機能は21件、VR機能は16件と、AR機能の方がやや優位であった。より遺跡の場“現地性”の高いAR機能が選ばれる傾向にあるものとみられる。

２-２.システム・アプリの使用端末については、回答数28件中14件が個人所有のスマートフォンまたはタブレット端末にアプリをダウンロードして使用する方法を採っているのに対し、９件で個人所有端末での利用に加えて貸出用端末を用意している、５件で貸出用端末のみの利用、という回答となった。したがって、半数において遺跡現地に貸出用端末を用意し、個人所有端末を持たない来訪者へのケアを念頭においていることがわかった。

２-５.ネットワーク環境について、一部Wi-Fiスポットが必要であるにも関わらず未設置であるという回答があり、アプリ等のソフト開発が先行し、ハード整備が追いついていない場合があるという現状がわかった。

■項目３．開発・運用

項目３．については、先述のようにアンケート結果の公表において個別の情報を公開しないことを条件としたため、３-１.以外は集計結果のみを18～21頁に示した。

３-１.開発の動機・狙いについて、遺跡の理解を深めるツールとして、観光集客や地域活性化の効果を期待して、という回答が目立ち、デジタルコンテンツの特に若年層へのアピール力、一般の来訪者への分かりやすさ、遺跡の環境を変えない活用手法であるという点に、魅力を感じていることがわかった。

３-５.開発費用については、アンケート前には2000万円程度がかかるものと予想されたが、実際の回答では、24件中10件で、1000万円未満との回答があり、これらの例では、既に製作済の３DCGモデルを利用するか、新たに製作する場合は大学等の研究の一環として依頼するなどの工夫で、コストを抑えていた。

３-６.補助金・交付金の利用では、25件中14件について高額の開発費用を文化庁やその他省庁が設けている地域活性化事業に関わる補助金等で確保しており、開発費用が低額である場合や、都道府県事業である場合などが単費としていた。

３-８.更新・保守について、アンケート前よりデジタルコンテンツの開発技術の進化が目まぐるしいことから更新・保守が必須である一方で、ハード整

備と同様にこれらの維持費に関する予算が確保しにくい現状があるだろうと予想され、実際保守契約や更新等を行っていないという回答が大半であった。年間の保守契約費や運用経費がかかっている場合でも、その金額には幅があり、一様ではないことが明らかとなった。

■項目４．効果・課題

項目４．については、集計結果および記述一覧を22～26頁に示した。

４-1.利用状況、ダウンロード数集計では、年々ダウンロード数が減少する傾向にあるのが基本であるが、運用から２カ年目と日が浅いもののダウンロード数が伸びている例があった。その理由について問い合わせたところ、初年度はAndroid版を公開し、次年度のiOS版の公開やマーカーの設置を行い、段階的に整備を進めたことが原因としてあげられた。この場合は対応OSの拡充が主な要因であると考えられるが、マーカーの設置についてもアプリの機能面で必要である一方、アプリ等の存在を遺跡現地への来訪者にアピールする点でも効果があると考えられる。

４-２.主な利用者は、基本的には観光客や地域住民など、一般の遺跡の活用におけるターゲットと同じであるが、利用シーンとして、来訪者個人に任せるだけでなく、ガイドツアーなど能動的な仕掛けの中での補助ツールとして利用しているという回答が多くあった。

４-３.開発中に苦労したことでは、知識不足、仕様書作成などの契約に至るまでの過程、３DCGモデルなどのコンテンツ作成を上げる回答が目立った。３DCGモデルの作成においては、ハード整備に比べて後に修正可能であるため気軽に取り組める印象があるが、実際にはハード整備における復元建物の設計と同等の考証が必要となる。それに加えて、デジタルの専門知識を学びながら取り組まねばならないことが苦労の要因となっていた。

４-４.導入して良かったことでは、話題性やPR効果があったこと、若年層を中心に分かりやすく体験的に伝えることができたことで遺跡への理解を深めてもらいやすかった、新しいツールを得たことで活用事業の内容に幅が出たという回答が多かった。

４-５.今後の展開では、実際の運用経験をもとに具体的に新たな利用シーンをイメージし、コンテンツの更新や端末等の増設が計画されていた。

３．おわりに

本アンケートでは、アンケート調査への協力を任意としたことから、全国の事例について網羅的な調査ができたとは言えないが、このような情報集約はこれまでにないもので研究集会開催後の反響も大きかった。デジタルコンテンツを導入した担当者の方々の経験を伝えたいという思いから、具体的な実態に踏み込んだ情報を得ることができたことに感謝したい。この集計結果は、数年後には古びてしまう性格のものであり、今後の全国の動向についても注視していきたい。

事前アンケート様式

奈良文化財研究所　文化遺産部遺跡整備研究室　平成27年度遺跡整備に関する研究集会
「デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用」 事前アンケート

回答者　ご所属：　　お名前：

※本アンケートでは、遺跡現地「屋外」での利用を前提としたデジタルシステム・アプリ等の導入状況やその内容について、おたずねします。博物館やガイダンスシステムなど屋内での利用に限られるものは、除きます。詳細は、別紙「デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用　事前アンケートについて」をご確認ください。
※ゴシック体は、該当するものに〇をつけてください。空欄は、ご記入ください。

0. 遺跡現地でのデジタルシステム・アプリ等の導入状況
①導入済・利用中　／　②かつて導入したが現在は利用していない　／　③計画・開発中　／ ④検討したことがないが、関心がある　／　⑤検討したことがなく、関心がない　／　⑥検討する必要がない

※設問0.で、①～③と回答された方は、以下の設問に進んでください。②③の方は可能な範囲で結構です。
複数ある場合、お手数ですが各1枚ずつご記入ください。

1. 基本情報	
遺跡等名称：	遺跡整備状況：　史跡整備済　／　他部局整備済　／　未整備
ｼｽﾃﾑ・ｱﾌﾟﾘ名称：	ｼｽﾃﾑ・ｱﾌﾟﾘｻｲｽﾞ：　MB(iOS)／　MB（android）
運用開始日：　平成　年　月　日	開発受注会社名：
発注・担当部局：	部局担当者名：
部局電話・FAX：	担当者ﾒｰﾙｱﾄﾞﾚｽ：

2. システム・アプリ概要

●特徴・PRﾎﾟｲﾝﾄ：〔

●主な機能：

・AR機能　（　GPS型　／　ビーコン型　／　マーカー型　／　マーカーレス型　／　他：　）
　〔表現する内容：　復元建物3Dモデル／遺構3Dモデル／2D写真・絵図／文字／他（　）〕
・VR機能　（　GPS型　／　ビーコン型　／　マーカー型　／　マーカーレス型　／　他：　）
　〔表現する内容：　復元建物3Dモデル／遺構3Dモデル／2D写真・絵図／文字／他（　）〕
・マップ機能　（地図表示　／　ナビ）
・他（　）

●使用端末：

・来訪者個人所有スマートフォン　　・貸出用ヘッドマウントディスプレイ　（用意台数：　台）
・来訪者個人所有タブレット端末　　・貸出用スマートグラス　（用意台数：　台）
・貸出用タブレット端末（用意台数：　台）　・他（　）

●対応OS：

iOS　／　Android　／　他（　）

●対応言語：

日本語　／　英語　／　中文繁体字　／　中文簡体字　／　韓国語　／他（　）

●ネットワーク環境：

専用サーバーの有無：　無　／　有　　利用時のネットワーク利用：　無　／　有

WiFiスポットの必要性・設置状況：　不要　／　必要〔設置済（　カ所）／　設置未　／　設置予定　）

3. 開発・運用

●契約～開発：

開発の動機・狙い：

契約前の情報収集先：

契約方法：　入札　／　プロポーザル　／　コンサルの下請けとして　／他（　　）

開発期間：単年度（平成　　年度）／　複数年度（平成　　年度～　　年度）

開発にかかった総額（100万単位）：　　万円

補助金・交付金等の利用：
無　／　有　文化庁　（補助金名称：　　補助率：　　%）
／　有　文化庁以外　（補助金名称：　　補助率：　　%）

補助金・交付金等以外の財源充当：
無　／　有　（財源充当名称：　　充当率：　　%）

●開発時に元とした遺跡情報の内容：

模型　／　設計図　／　3次元測量データ　／　写真・絵図　／　発掘調査遺構図
／他（　　）

●更新・保守：

年間の保守契約：　無　／　有　〔保守契約費額（10万単位）：　　万円／年〕

上記以外の運用経費：　無　／　有　〔運用経費額（10万単位）：　　万円／年〕

OSバージョンアップに伴う更新：無　／　有（これまで　　回、平成　　年度　　年度　　年度）

仕様変更、機能追加：　無　／　有（これまで　　回、平成　　年度　　年度　　年度）

4. 効果・課題

●利用状況：

ダウンロード数集計（アプリの場合）：　集計していない　／　集計している　（↓推移）

開発初年度（平成　　年度、　　DL）、2カ年目（平成　　年度　　DL）、
3カ年目（平成　　年度、　　DL）、4カ年目（平成　　年度、　　DL）、
5カ年目（平成　　年度、　　DL）

主な利用者、利用シーン：

●担当者所感：

開発時に苦労したこと：

導入して良かったこと：

●今後の展開（現在、中止している場合は、その理由も）：

※アンケートは以上です。郵送、FAX、メールのいずれかで、下記宛先にお送りください。

奈良文化財研究所　文化遺産部　遺跡整備研究室
住所：〒630-8577　奈良市佐紀町247-1　FAX：0742-30-6841　メール：sgiseki@nabunken.go.jp

※このアンケートに関する問い合わせは、TEL：0742-30-6710（遺跡整備研究室　担当：高橋）

事前アンケート結果　項目1．基本情報一覧

●「導入済・利用中」回答（平成27年11月現在、（※）は平成28年5月現在の追記情報）

	遺跡等名称	システム・アプリ名称	遺跡整備状況	発注・担当部局
1	平安宮朝堂院	TimeScope	−	公益財団法人京都高度技術研究所 研究開発本部
2	史跡難波宮跡 附　法円坂遺跡	AR難波宮	史跡整備済	発注：なにわ活性化実行委員会 担当：大阪歴史博物館　学芸課
3	特別史跡安土城跡	VR安土城	県一部整備済	近江八幡市総合政策部　文化観光課
4	特別史跡多賀城跡 附　寺跡ほか	歴なび多賀城	一部史跡整備済	発注：多賀城市文化遺産活用活性化実行委員会 担当：多賀城市教育委員会事務局　文化財課
5	史跡昼飯大塚古墳	昼飯大塚古墳ジオビューワシステム	史跡整備済	大垣市教育委員会 文化振興課　（管理活用）
6	特別史跡平城宮跡 ・史跡平城京朱雀大路跡	なら平城京歴史ぶらり	整備中	奈良県まちづくり推進局平城宮跡事業推進室
7	史跡福岡城跡・史跡鴻臚館跡	鴻臚館・福岡城 バーチャル時空散歩	未整備	福岡市経済観光文化局　観光産業課
8	福岡市内の歴史・文化遺産各所	福岡歴史なび	−	福岡市経済観光文化局　文化財保護課
9	史跡長岡宮跡	AR長岡京	史跡整備済 (一部未整備地あり)	向日市教育委員会　文化財調査事務所
10	史跡金沢城跡	金沢城ARアプリ	他部局整備中	石川県教育委員会　金沢城調査研究所
11	前御勅使川堤防址群	MなびAR ～遺跡で散歩～	未整備 (記録保存)	南アルプス市教育委員会　文化財課
12	史跡勝連城跡（※）	デジタルガイダンス（※）	他部局整備中（※）	うるま市　経済部　商工観光課（※）
13	特別史跡姫路城跡	姫路城大発見	史跡整備済	姫路市観光交流局　姫路城管理事務所
14	敦賀港旧金ヶ崎桟橋周辺	敦賀港レトロ浪漫AR	他部局整備済	敦賀市産業経済部　観光振興課
15	特別史跡名護屋城跡並びに陣跡	バーチャル名護屋城 （VR名護屋城）	史跡整備済 未整備	佐賀県立名護屋城博物館
16	特別史跡石舞台古墳・史跡水落遺跡 ・飛鳥寺・史跡伝飛鳥板蓋宮跡 ・史跡川原寺跡	バーチャル飛鳥京	史跡整備済	明日香村役場　総合政策課
17	史跡白山平泉寺旧境内	白山平泉寺お散歩ナビ	史跡整備済	勝山市教育委員会 未来創造課（開発当時） 史蹟整備課（以後、管理活用）
18	府指定史跡高槻城跡	AR高槻城	未整備	高槻市教育委員会　文化財課
19	特別史跡三内丸山遺跡	三内丸山遺跡 ITガイドシステム	史跡整備中	青森県教育庁　文化財保護課
20	史跡鷹島神崎遺跡（※）	AR蒙古襲来 ～甦る元寇船～（※）	未整備	松浦市教育委員会　文化財課
21	県指定建造物観瀾亭（※）	松島ダテナビ（※）	未整備	松島町教育委員会
22	史跡高松城跡（※）	バーチャル高松城（※）	史跡整備中	高松市　文化財課・観光交流課
23	特別史跡一乗谷朝倉氏遺跡（※）	一乗谷朝倉氏遺跡 バーチャルガイド（※）	他部局整備済	福井市商工労働部　おもてなし観光推進室

特徴・PRポイント	運用開始日	開発受注会社名
スマートフォンのGPS/コンパス情報を利用して利用者の周囲に当時の景色を浮かび上がらせるアプリ	平成22年９月３日（iOS）	自社開発
AR（拡張現実）技術を活用し、Android版・iOS版スマートフォン、タブレットPCを使って難波宮の復元画像と現実（現代）の風景とを重ねて見られる。英中（簡字体・繁体字）韓にも対応。遊び心も取り入れたマーカーラリー（９カ所で部分画像獲得、完成すると山根徳太郎が出現）や偉人カメラ（難波に縁のある古代史の有名人とツーショット写真をとる）なども装備。	平成24年４月26日	（株）サンウェル［現：（株）ジーン］
市内12カ所に設けたビューポイントから、安土城の姿を見ることができる。	平成25年３月１日	システム：公益財団法人京都高度技術研究所、３Ｄモデル：大阪大学、天守CG：花園大学
多賀城政庁正殿のAR復元、多賀城廃寺跡ですべての建物AR・VR復元を実施。さらに、GPSによる位置情報を活用し、テキスト・静止画により歴史遺産の各種解説、情報を発信することができるアプリケーション。	平成25年３月20日	（株）サンウェル［現：（株）ジーン］
墳丘上に設置したARマーカーに、専用タブレット端末を向けることによりジオビューワシステムが作動し古墳の仮想表示や説明を音声で聞くことができる。GPSとARによるシームレスな連動により、全域位置からのリアルタイム、リアルポジション表示を実現している。発掘前情報、調査時データから、古代、調査前、発掘時、整備後の各レイヤーへの変更がボタンによりでき、それぞれでリアルなVR表示を実現している。また、築造構造断面、儀式、埴輪製造などのオリジナルムービーなどの鑑賞もビューワ内で可能となっている。	平成25年３月１日	情報科学芸術大学院大学（平成25年まで）関口敦仁研究室（平成26年以降愛知県立芸術大学）
1300年前の奈良時代の歴史ストーリーを体験することができるアプリ。当時の平城京を再現したVRマップ上に現在地を表示しながら、音声ガイド・再現CG動画・マンガで施設情報や歴史情報を知ることができる。	平成25年４月	（株）ATR Creative
タブレット端末を手に、デジタル技術で再現された福岡城と鴻臚館へボランティアガイドがご案内	平成25年４月	凸版印刷（株）
福岡市内の文化財をまち歩きしながら楽しむためのアプリ。有名ゲームキャラクターによるクイズ等の機能がある。	平成25年７月24日	（株）コアラ
長岡宮跡の大極殿ほか主要な建物のほか人物・動物・現象を復元し、史跡の理解と活用を促進するため５言語に対応したユニバーサルアプリケーション	平成26年３月18日	（株）サンウェル［現：（株）ジーン］
スマートフォン等のGPS機能を用いて、調査研究の成果を写真や絵図等を用いて配信	平成26年３月21日	アイパブリッシング（株）
未指定の遺跡で、道路工事に伴う記録保存の調査内容を示している（地下の遺構）	平成26年３月26日	（株）シー・エヌ・エス
城郭内16箇所に設置されている案内看板からQRコードを読み取り、　解説Webページへアクセスし、多言語対応スポット解説・音声ガイダンスや360度バーチャルツアー、パノラマスカイビューが楽しめる。　また、外国人観光客が利用しやすい環境とするため、城郭内においてWi-Fi接続ができるように整備している。（※）	平成27年３月14日（※）	Web：琉球インタラクティブ（株）、案内看板：（株）ネオプランニング、Wi-Fi構築：（株）うるまAVセンター（※）
ARやVRによる復元CGによって、現存しない建物が再現され、在りし日の姫路城の姿を見る事ができる。また、城内の仕組みを説明した再現映像も収録	平成27年３月27日	（株）キャドセンター
３DCGにて再現した往時の敦賀港を金ヶ崎緑地周辺にて体験できるほか、古地図・古写真を閲覧する機能やスタンプラリー機能を備えており、金ヶ崎緑地周辺を訪れた方が楽しみながら「港と鉄道のまち 敦賀」の歴史に触れていただけるツール	平成27年３月31日	福井テレビジョン放送（株）
ありし日の「幻の巨城 肥前名護屋城」の再現!「体感!肥前名護屋城」①博物館内での体感②城跡での体感③航空レーザ計測の成果を活用④建築史の専門家による歴史考証⑤オープンデータ化⑥館内での自由操作盤	平成27年４月１日	凸版印刷（株）（協力：公益財団法人京都高度技術研究所・中日本航空（株）ほか）
現実世界と仮想世界の融合した複合現実感による文化財の復元展示プロジェクト、仮想復元技術でよみがえる飛鳥京	平成27年４月１日	（株）アスカラボ
AR機能により各観光ポイントの情報を動画や３Ｄで見ることができる。	平成27年４月１日	ビズ・アーク
城跡や城下町のポイントで、江戸時代の景観が再現される。	平成27年７月１日	大阪工業大学
バーチャルリアルティ（VR）で縄文時代の風景がみられる。主要な出土品の解説が受けられる。	平成27年９月25日	凸版印刷（株）
海底遺跡として初のARアプリ。定期航路の船上からARで元の船団の中を突き進むところ。平成23年秋に発見された鷹島１号沈没船と同類と思われる新安船をベースに、同時期に製造・発見された当時の船を参考に高精細な元寇船の推定復元CGを制作。市内８箇所にてスマートフォンを海にかざすと4,400隻の元の船団が伊万里湾に押し寄せた蒙古襲来の当時の様相が体験できる。鷹島中学校の生徒が蒙古襲来にまつわるクイズ、元寇検定を作成。学習教材として活用可能。	平成28年１月16日（※）	（株）ジーン
日本三景・松島で伊達家ゆかりの御殿「観瀾亭」のVR（フルCG）完全復元体験や、明治～昭和の松島の光景を古写真ARにて現地で体験できる。（※）	平成28年３月４日（※）	（株）ジーン
現存しない店主のCGを写真などを参考に、ほぼ忠実に作成している。また、無料貸出用タブレット端末を城跡内の事務所に設置するとともに、スマホ用アプリ、パソコン用ソフトウェアなど様々な媒体で利用可能である。	平成28年３月31日（※）	凸版印刷（株）
実写とコンピュータグラフィックスを合成したリアルな遺跡の再現	平成28年４月10日（※）	江守商事（株） 福井放送（株） （株）アスカラボ

事前アンケート結果　項目２．システム・アプリ概要一覧

●「導入済・利用中」回答（平成27年11月現在、※は平成28年５月現在の追記情報）

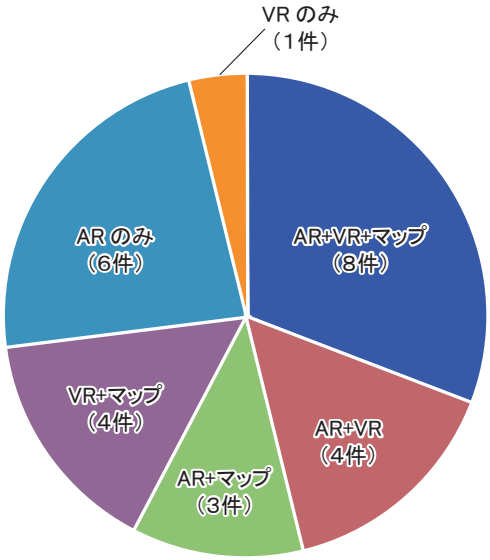
	遺跡等名称	システム・アプリ名称	主な機能	AR機能起動方式〔表示内容〕	VR機能起動方式〔表示内容〕
1	平安宮朝堂院	TimeScope	VR+マップ	－	GPS〔建物３D、文字〕
2	史跡難波宮跡 附　法円坂遺跡	AR難波宮	AR	GPS・マーカー〔建物3D〕	－
3	特別史跡安土城跡	VR安土城	VR+マップ	－	GPS〔建物３D、遺構３D〕
4	特別史跡多賀城跡 附　寺跡ほか	歴なび多賀城	AR+VR+マップ+その他	GPS〔建物３D/２D写真・絵図・キャラクター〕	GPS〔建物３D〕
5	史跡昼飯大塚古墳	昼飯大塚古墳ジオビューワシステム	AR+VR+その他	GPS・マーカー〔遺構３D・音声ガイド・映像表示〕	GPS・姿勢センサー〔遺構３D、２D〕
6	特別史跡平城宮跡・史跡平城京朱雀大路跡	なら平城京歴史ぶらり	VR+マップ+その他	GPS〔建物３D〕	
7	史跡福岡城跡 ・史跡鴻臚館跡	鴻臚館・福岡城バーチャル時空散歩	AR+VR+マップ	マーカー・マーカーレス併用〔建物３D、文字、遺物、解説動画〕	GPS〔建物３D、２D、動画、音声〕
8	福岡市内の歴史 ・文化遺産各所	福岡歴史なび	AR+VR+マップ+その他	GPS〔文字〕	パノラマVR〔非公開文化財の360度パノラマ映像〕
9	史跡長岡宮跡	AR長岡京	AR+VR+マップ+その他	GPS・マーカー〔建物３D、２D、文字、３D絵画（人物）〕	GPS・マーカー〔建物３D、２D、文字、３D絵画（人物）〕
10	史跡金沢城跡	金沢城ARアプリ	AR+マップ	GPS・マーカー〔遺構３D、２D、文字〕	－
11	前御勅使川堤防址群	MなびAR～遺跡で散歩～	AR	マーカー〔遺構３D〕	－
12	史跡勝連城跡（※）	デジタルガイダンス（※）	他部局整備中（※）	－	－
13	特別史跡姫路城跡	姫路城大発見	AR+VR+マップ	マーカー〔再現映像〕	マーカー〔建物３D〕
14	敦賀港旧金ヶ崎桟橋周辺	敦賀港レトロ浪漫AR	VR+その他	－	GPS〔建物３D〕
15	特別史跡名護屋城跡並びに陣跡	バーチャル名護屋城（VR名護屋城）	AR+VR+マップ+その他	GPS〔建物３D、２D〕	GPS〔建物３D、２D〕
16	特別史跡石舞台古墳・史跡水落遺跡・飛鳥寺・史跡伝飛鳥板蓋宮跡・史跡川原寺跡	バーチャル飛鳥京	AR（MR）	マーカーレス〔建物３D、遺構３D、文字、古代の人物３Dモデル、墳丘築造過程〕	－
17	史跡白山平泉寺旧境内	白山平泉寺お散歩ナビ	AR+マップ+その他	GPS〔建物３D、遺構３D〕	－
18	府指定史跡高槻城跡	AR高槻城	AR	GPS〔建物３D〕	－
19	特別史跡三内丸山遺跡	三内丸山遺跡ITガイドシステム	VR+マップ	－	GPS・ビーコン〔建物３D、遺構３D、２D〕
20	史跡鷹島神崎遺跡（※）	AR蒙古襲来～甦る元寇船～（※）	AR+VR+マップ+その他	GPS・マーカー〔２D、元寇船３Dモデル〕	GPS〔元寇船３D〕
21	県指定建造物観瀾亭（※）	松島ダテナビ（※）	AR+VR+その他	GPS〔２D写真〕	GPS〔建物３D〕
22	史跡高松城跡（※）	バーチャル高松城（※）	AR+VR	GPS〔建物３D〕	GPS
23	特別史跡一乗谷朝倉氏遺跡（※）	一乗谷朝倉氏遺跡バーチャルガイド（※）	AR+マップ	GPS〔建物３D、遺構３D、２D〕	－

その他機能	使用端末	対応OS	システム・アプリサイズ（iOS）/（Android）	対応言語	サーバー・ネットワーク利用・WiFi〔設置数〕
マップ〔地図表示〕	個人スマホ／タブレット	iOS/Android	210MB/183MB	日・英	無・無・不要
－	個人スマホ／タブレット 貸出タブレット(50台)	iOS/Android	91.6MB/32MB	日・英・中（繁）・中（簡）・韓	無・無・不要
マップ〔地図表示〕	個人スマホ／タブレット	iOS/Android	158MB/49.24MB	日	無・無・有〔５ヶ所〕
マップ〔地図表示〕	個人スマホ／タブレット	iOS/Android	111MB/66MB	日・英・中（繁）・中（簡）・韓	無・無・必要〔設置未〕
バーズビュー機能（現在位置から上に上がり、鳥瞰表示）	貸出タブレット(20台) GoogleNexus	－	550MB（Android）	日	無・無・不要
マップ〔地図表示〕、動画	個人スマホ／タブレット	iOS/Android	96.9MB/193MB	日・英・中（簡）・韓	有・有・有〔３ヶ所〕
マップ〔地図表示〕	貸出タブレット〔40台〕	iOS	約5,500MB/－	日・英・中（簡）・韓	無・無・不要
マップ〔地図表示〕、歴史遺産散策コース案内、散策クイズ、文化財情報表示、古地図・古写真の表示	個人スマホ／タブレット	iOS/Android	32.7MB/10.57MB	日	無・有・有〔Wi-Fiは既設利用〕
マップ、カレンダー、時計、カメラ、動画	個人スマホ／タブレット 貸出タブレット(50台)	iOS/Android	100.0MB/71.0MB	日・英・中（繁）・中（簡）・韓	無・無・不要
マップ〔地図表示〕	個人スマホ／タブレット	iOS/Android	43.6MB/33.26MB	日・英	有・有・不要
－	個人スマホ／タブレット	iOS/Android	21.5MB/10MB	日	無・無・不要
360度パノラマ映像にイラスト表示、音声ガイド	個人スマホ／タブレット	－	－	日・英・中（繁）・中（簡）・韓	無・有・有〔１ヶ所〕
マップ〔地図表示〕	個人スマホ／タブレット	iOS/Android	94MB/38.77MB	日・英	無・無・有〔20ヶ所〕
古地図	個人スマホ／タブレット	iOS/Android	62.4MB/41MB	日	無・無・不要
マップ〔地図表示〕。記念写真撮影、Facebook投稿、電子スタンプラリー	個人スマホ／タブレット 貸出タブレット(65台)	iOS/Android	713MB/633MB	日	無・無・必要〔２ヶ所、他安定したWi-Fi環境が必要〕
－	ガイド用タブレット（８台） MICHIMO搭載ナビ（17台）	iOS	－	日・英・中（簡）・韓	無・無・不要
マップ〔地図表示、ナビ〕、音声ガイド	個人スマホ／タブレット	iOS/Android	57.4 MB/41MB	日	無・有・有〔２ヶ所〕
－	個人スマホ／タブレット	iOS/Android	175MB/175MB	日	無・無・有〔２ヶ所〕
マップ〔地図表示〕	貸出タブレット(40台)	Windows	－	日・英	無・無・不要
マップ〔地図表示、ナビ〕、HMD（ヘッド・マウント・ディスプレイ）対応	個人スマホ／タブレット 貸出タブレット	iOS/Android	174MB/126MB	日・英・中（繁）・中（簡）・韓	無・無・不要
マップ〔地図表示〕	個人スマホ/タブレット 貸出スマートグラス 貸出タブレット	iOS/Android	130MB/111MB	日・英・中（繁）・中（簡）・韓	無・無・必要〔設置未〕
ガイダンス映像の表示	個人スマホ／タブレット 貸出タブレット	iOS/Android	435MB/80MB	日・英・中（繁）・中（簡）・韓・仏	無・無・必要〔設置未〕
マップ〔地図表示〕	貸出タブレット(40台)	iOS（※）	2.6GB（※）	日・英	無・無・不要

項目2．システム・アプリ概要集計結果

2-1. システム・アプリの主な機能　（回答数：25 件）

【AR ／ VR ／マップ機能利用状況】



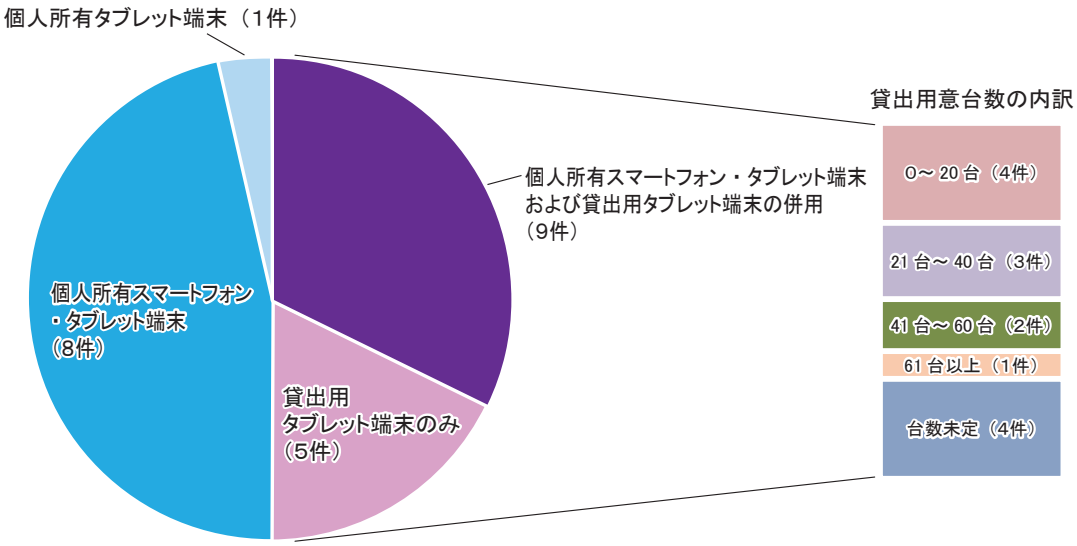
【各機能の起動に関する技術方式　内訳】

※（）内、件数。「+」は併用。

AR… GPS 型（8）、
マーカー型（5）、
GPS 型+マーカー型（4）、
マーカー型+マーカーレス型（1）
GPS 型+マーカー型+ビーコン型（1）
回答無（2）

VR … GPS 型（9）、
マーカー型（1）、
GPS 型+マーカー型（1）、
マーカーレス型（1）、
GPS 型+ビーコン型（1）、
回答無（4）

2-2. システム・アプリの使用端末　（回答数：28 件）



2-3. 対応OS （回答数：25 件）

iOS/Android 両方	20	件	
iOS のみ	3	件	（※全て、貸出用タブレット端末使用のみの回答者）
その他	1	件	（※貸出用タブレット端末のみ使用の回答者、Windows）
検討中	1	件	

2-3. 対応OS （回答数：27 件）

日本語のみ	13	件
日・英	6	件
日・英・中（繁）・中（簡）・韓	6	件
日・英・中（簡）・韓	2	件

2-5. ネットワーク環境 （回答数：25 件）

（単位：件）

	有	無	無回答
専用サーバー	4件	21 件	0件
利用時のネットワーク利用	6件	17 件	2件

	必要	不要	無回答
Wi-Fi スポットの必要性	10 件	13 件	2件

Wi-Fi スポット設置状況（必要回答のうち、既設置数）

2ヶ所	3件
3ヶ所	1件
5ヶ所	1件
20 ヶ所	1件
設置予定	3件
必要だが未設	1件

項目3. 開発・運用集計結果

3-1. 開発の動機・狙い

・当時 iPhone が発売されたばかりであったため、その最新スマートフォンを活用した地域の歴史をアピールする観光ツールとして開発を行った。
・史跡整備の大半が終了したものの、その後のメンテナンスはなく、基本的な解説板すら欠くという状態が続いている。そのような現実に対して、少ない財源で遺跡をアピールし、地域振興に役立てる方法として、AR 技術を用いた新たな展示システムの制作に取り組んだ。
・VR 技術により城を再現し、このコンテンツを一つのツールとして各種観光団体などが活用することで、地域振興を計ることが狙いとなる。
・若年層に対する歴史への関心を引くこと。歴史遺産の新しい情報発信ツールの探求。
・この地の歴史を多くの人にわかりやすく理解してもらい、当史跡へ訪れた際に楽しみながら周遊してもらうため。
・魅力や集客力を更に向上させるため，デジタル技術を活用して，市民や観光客等が当時の情景や歴史のストーリーを感じながらエリアを回遊できるような仕組みを構築する。
・平面的に復元整備した史跡への理解を深めるため。スマホネイティブ世代など文化財保護に対する新たな顧客を獲得するため。
・普通の観光案内では満足のできない熱心な歴史ファンへの「最高のおもてなし」とするため。
・記録保存の遺跡でも現地で遺構を体感していただきたい思い。若い年代にも地域の歴史・遺跡に興味をもっていただきたい思い。
・建造物修理に合わせて、史跡の案内サイン及び展示内容について検討される中で建造物自身を来場者に感じて頂くために、パネルなどの展示ではなく何か新しい方法はないかとの意見が出された。
・現存しない建物等を知ってもらい、観光誘客につなげるとともに地域の歴史への関心を高める。
・①博物館入館者の増、②博物館～城跡の周回促進、③博物館や城跡に関心がない人に興味を持ってもらうきっかけ作り。
・埋蔵文化財が多く、特に小中学生や海外からの観光客が、当時（その時代）の風景などを偲ぶことが難しいため。
・訪問された観光客のニーズに応じ、観光客にリピーターとなってもらうことが目的。また、楽しみ、学びながら周遊ができる仕掛け作りに取り組む。
・埋蔵文化財としては遺存するものの、現在、視覚的に認知される城郭の構造物は無く、一部が公園となっている他は、地割に痕跡をとどめているのみである。このため、城の存在を広く PR し、城郭と城下町を身近に感じてもらうツールとして AR が有効と考え導入した。
・遺跡の環境に影響を与えることなく、地下に埋蔵された価値をわかりやすく伝える。
・史跡において得られた情報のみならず、現実物だけでは得られない仮想の付加情報の提供により、史跡の景観を損なわずに、本史跡の持つ様々な背景を直観的に理解してもらう狙いがある。
・保存管理計画に基づき、整備活用事業の短期目標に掲げている対象の推定復元 CG 等の制作と公開を行うため、拡張現実システムの技術を活用したシステムを導入する。
・文化遺産を活かした地域活性化事業の一環として新たな取り組みを探していた。
・当遺跡には、現存する建物が少ないため、観光客が訪れても遺跡の魅力が伝わりにくい。しかし、遺跡全体が文化財であるため、新しく建物を整備することが難しい。そのため、タブレット端末を

利用して建物を復原することで、遺跡の魅力を多くの観光客に伝えたい。

・大学の「地域課題解決プログラム」という事業を使い、安価にARを作成することができ、建物復元等の本格的な整備に向けて仮の復元イメージができ整備の検討資料として活用できる。

・史跡整備が実施されておらず、往時の景観が全くうかがえず、各方面から整備の早期実施が求められている。平成28年度からは整備の実施設計を開始する予定であるが、実際の整備が終了するのに10年程度はかかる見込みである。そのため、AR等を利用したアプリケーションソフトの制作を史跡の「初期整備」的な位置づけで実施することとなった。

・史跡の理解促進の為。

・東日本大震災の津波により滅失した江戸時代中期に建造された家屋を復元することが望ましいが、復元に伴うその後のランニングコスト、維持運営する為の人件費等を考慮すると、実物の復元よりも、VRによる展示の方がコスト面で安価に仕上がる為。

・観光振興、普及啓発。

・発掘調査した遺構が復原整備することが難しく可視化できる方法を検討。

・現在整備中の城跡のみならず城下町の昔の姿が開発等により埋もれているため当時の姿を再現できる試みを検討中。

・史跡について、現在残っている構造物の露出展示を計画しているが、それのみでは対象の完全な形や操業の姿は非常にイメージしづらい。そこで、来訪者が遺跡・遺構に対する理解をしやすくするために、デジタルコンテンツの活用を考えている。また変更・追加が比較的容易であることも魅力である。

3-2. 契約前の情報収集先　（回答数：21件）

・先行導入地方公共団体・博物館
・アプリ開発会社
・大学
・遺跡整備に関わる委員会等
・県

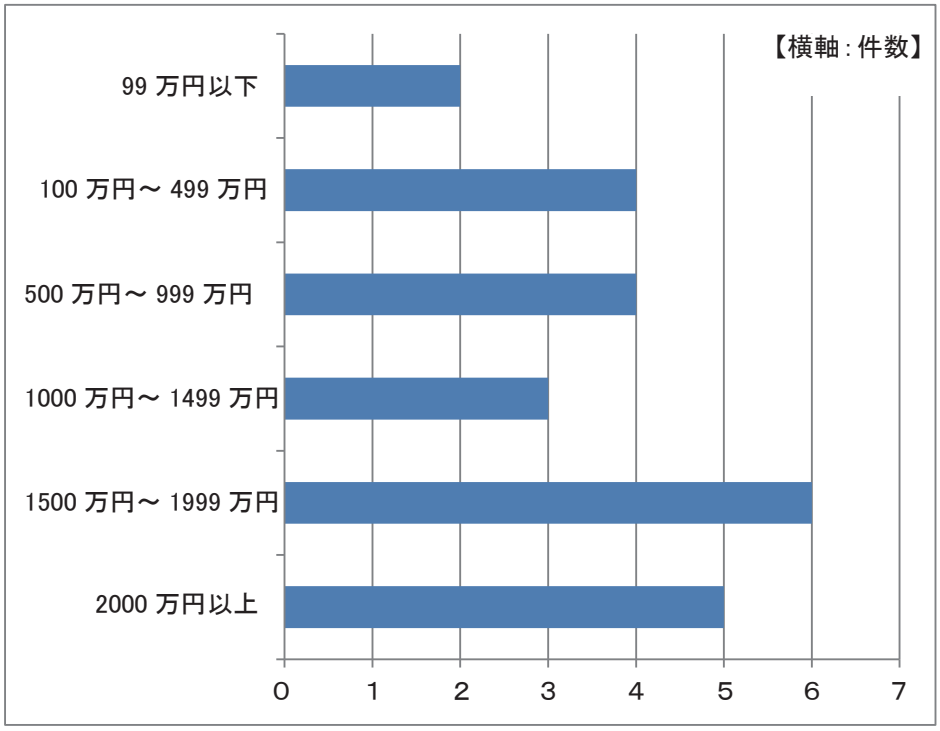
3-3. 契約方法　（回答数：24件）

プロポーザル	15	件	
入札	2	件	
その他	7	件	（随意契約・大学研究開発など）

3-3. 契約方法　（回答数：25件）

単年度	16	件	
複数年度	9	件	（内訳…２ヶ年：３件、３ヶ年：２件、４ヶ年以上：３件、未定：１件）

3-5. 開発費用（総額）　（回答数：24 件）



3-6. 補助金・交付金の利用（複数選択）　（回答数：25 件）

※下記【】内は補助率、（併）は他補助金と併用（同一回答は数字で示す）

補助金等 無・・・11 件

補助金等 有・・・14 件

文化庁による補助金等・・・８件

文化遺産を活かした地域活性化事業	4　件	【100%】
歴史活き活き！史跡等総合活用整備事業	1　件	【50%】
地域の特色ある埋蔵文化財活用事業	1　件	【22%（併１）】
国宝重要文化財等保存整備費補助金	1　件	【50%（併２）】
史跡等総合活用支援推進事業 （現：地域の特性を活かした史跡等総合活用推進事業）	1　件	【50%（併３）】

その他補助金等・・・８件

復興交付金効果促進事業	1　件	【100%】
経済産業省　電源立地地域交付金事業	1　件	【100%】
国土交通省　社会資本総合整備交付金	1　件	【50%】
ふるさと創造プロジェクト（県）	2　件	【50%】、【100%】
地域経営推進費（県）	1　件	【66%】

指定文化財保存整備事業補助金（市）	1　件	【10%（併２）】
（公財）朝日新聞文化財団文化財保護助成金	1　件	【定額（併１）】

補助金・交付金以外の財源充当有・・・２件

文化振興基金繰入金	1　件	【50%（併３）】
県費	1　件	【22%（併１）】

3-7. 開発時に元とした遺跡情報の内容（複数選択）　（回答数：24 件）

模型	12 件
設計図	10 件
３次元測量データ	８件
写真・絵図	16 件
発掘調査遺構図	11 件
その他	５件

3-8. 更新・保守　（回答数：21 件）

年間の保守契約　無　16 件
有　５件

※年間費用内訳：
20 万円 … １件
30 万円 … １件
50 万円 … １件
70 万円 … １件
90 万円 … １件

その他　運用経費　無　17 件
その他　運用経費　有　４件

※年間費用内訳：
１万円以下 … １件
１万円 … １件
10 万円 … １件
170 万円 … １件

OS バージョンアップに伴う更新　無 14 件
OS バージョンアップに伴う更新　有　７件

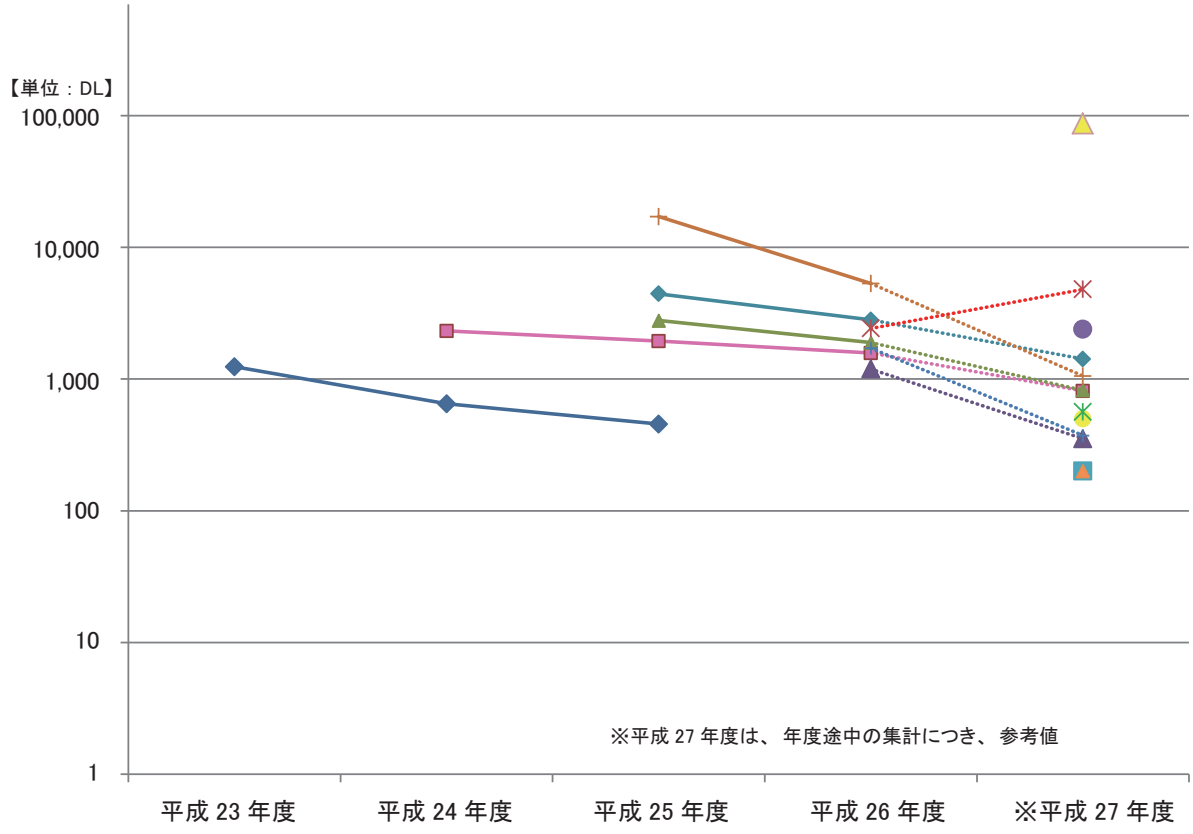
※これまでの更新回数内訳：
１回 … ４件
２回 … １件
３回 … １件
未回答 … １件

仕様変更、機能追加　無　12 件
仕様変更、機能追加　有　９件

※これまでの変更・追加回数内訳：
１回 … ７件
２回 … ２件

項目4. 効果・課題集計結果

4-1. 利用状況 ダウンロード数集計（アプリのみ） （回答数：13 件）



4-2. 主な利用者、利用シーン

・利用者：観光客。利用シーン：地元ガイドによるまち歩きツアーの補助ツールとして。
・利用できるエリアは、①史跡公園、②博物館内。利用者はこの２か所への来場者。①では公園にて自由に楽しんでもらい、②は館内 10 階（古代フロア）･１階（駅舎の柱位置を床面に明示）、地下（建物の柱列を現地保存）で楽しんでもらうとともに､春秋の年２回と不定期の「iPad で楽しむ遺跡探訪」というツアーを実施している。
・観光者が主な利用者となり、現地を訪れて城がどのように見えたのかを体感をされています。それ以外に海外でのダウンロード数が一定数見られることから、歴史ファンの外国人にも利用があると考えられます。
・若年層の来訪者が、スマホをかざしながら、史跡見学を行っている。
・観光客、近隣施設（旅館等）の利用者。
・ガイドツアーに申込みをした観光客。
・史跡めぐりなど市内外の一般、小学校の地域学習・歴史学習等。
・観光客や熱心な歴史ファン。GPS 機能によって、情報スポットの範囲内でしか情報を得られないが、説明看板以上の情報を知りたいときや説明看板がない所でも詳しい情報を得ることができる。また、

一度情報を表示すると、情報スポット範囲外でも見ることができるので、後でじっくりと読むことができる。

・ARに興味をもってお越しいただいた例が多く、また、当遺跡周辺を小学生や一般市民をお連れして史跡めぐりを頻繁に行なっているので、史跡めぐりのコンテンツのひとつとして利用しています。
・来城者、城見学時。
・個人観光、団体観光、地域住民（散策）。
・夏休みは親子連れ、秋は夫婦連れによる利用が目立つ。中学校・高等学校の修学旅行等や旅行団体ツアーでの活用また、団体以外の単独での利用シーンも多い。
・イベントでの体験や教育旅行の観光ガイド時に使用。
・スマートフォンやタブレット端末を利用する観光客。
・市民、文化財スタッフの会メンバーなど。城跡、城下町のガイドに活用されている。
・学校等（中学校以上）の団体及び個人（中学生以上）。
・来訪者、小学生への社会科見学補助など。
・運用前なので何とも言えないが、タブレットに慣れている若者の個人利用が多いと思われる。（団体客はガイドを付けることが多い。）
・スマートフォン、タブレット端末に解説アプリをダウンロードさせ、露出遺構の要所での音声解説、映像解説、ARコンテンツ表示などを行う。※史跡ゾーン回遊アプリとの連携を図る。

4-3. 開発時に苦労したこと

・場所が街中であることもあり、端末のGPSで取得できる位置精度が安定しなかったため、コンテンツ提示ポイントの調整に時間がかかった。
・復元モデルを実際の風景とうまく重ね合わせること。多言語対応の翻訳。翻訳会社に丸投げせず、外国語のわかる専門家が必要。事務方との連携。・文化庁の補助金事業なので、書類の取り扱い、経理などに習熟した事務方が必要。
・既存の開発済アプリを応用したため、それらの技術的調整に時間がかかった。
・アプリの内容について、もう少し時間をかけると良かった。開発当時は、似たようなアプリが少なかった。時間がない中での製作であったため、原稿や資料の準備に時間が割けなかった。
・開発時は先行事例が少なかった。対象史跡の史料が少なかった。運用・利用形態の検討。
・業者（システム）の選定をプロポーザル型式で行ったが、その際、OSやシステム形式などの条件設定で苦労した。
・専門用語の理解、システム内容の理解、事業立案に際しての上司、財政等他部局の理解度。
・プロポーザルの準備。専門用語の理解。コンテンツの準備及び入力。
・城に関する資料等が不足しており、復原や再現するのに苦労した。
・資料が少なく、映像化が難しかった。
・①関係機関との連絡調整（基本的に最低月１回の調整会議・検討：県情報課・文化課・森林整備課・新産業課・経済産業省・開発業者、②アプリ等のICT情報の収集とその運用、③ソフト事業とハード事業との連携、④Wi-Fi環境の整備等、⑤歴史考証、⑥石垣の表現等タブレット内のデータ量を落とすための工夫、⑦GPSの精度向上と現地見学時のストレス軽減、⑧機器の特性を把握した上

でのタブレットの選択（iPad mini と Nexus についてはその特性を把握し、運用する必要があった。リアルタイムレンダリングでは iPad mini が優れていたことが制度の検証結果、判明した。）
・機材の技術的な進歩の途中であることや映像が原風景とぴったり合わないなどリアルな映像にすることが難しい。
・AR 機能の作成。
・城跡及び城下町は、交通量の多い市街地であるため、利用者の安全確保を第一に考えた。また、学校、民間施設などに近い場所での利用を制限するため、ビューポイントを７ヶ所とした。
・開発業者とのイメージを共有するところ
・①埴輪の形状、とりわけ形象埴輪をどこまで正確に表現するか、当古墳では破片での個体数は把握できたものの、全体像がわかるものが少なかったため。また、円筒埴輪の配列（朝顔形埴輪や蓋形埴輪を載せる埴輪）の間隔。②出土遺物をどのように使用されたかを、どのように伝えるか（古墳の後円部頂では、滑石の勾玉や管玉などが散らばって出土したいたことから、アニメーションで糸をちぎる所作を描いて、古墳での使われ方を表現した）③すでに埋めている竪穴式石室や粘土槨などを、どのようにわかりやすく、現地で見せるか（石室は盗掘を受けている一方、粘土槨は未盗掘であるなど情報の差が著しい）"
・実測できていない状況で復元のベースとなる図面がなかったことから、類似するものを参考にしながら、学識経験者の監修の上、復元を推定し、設計図を取りまとめる作業に相当な労力がかかった。
・現在開発中だが、資料が無いところをどう表現するかが難しい。そのため、資料館の学芸員にも協力いただきながら進めている。また、プロポーザルで事業者を選定したにも関わらず、事業者からの新たな提案が少ない。契約額は決まっているので仕方ないのかも知れないが、民間ならではのアイディアをもっと出して欲しいと思う。

4-4. 導入して良かったこと

・平成 22 年の開発技術を基盤として現在まで、機能を拡張しつつ各自治体へ展開できていること。
・話題性。歴史と IT の愛好者に当史跡に対する新しい見方を提供できた。
・新規技術の導入など、各種メディアに対する PR 効果が大きかった。
・当市の歴史について、若年層が興味を持ってくれたこと。
・史跡内を周遊する際に、アプリを利用することで、適切なルートを歩いて観光する手助けになっていること。
・史跡に対する理解の促進。（VR を見た後、改めて実際の史跡を見学する方が増えた。）
・庁内（コンテンツ部局との）連携で地元ゲーム会社の有名キャラクターを使用できたことによる効果もあり、内部、外部から幅広く注目を集めることができている。また、文化財の基本情報は現地でなくても見ることができるため、旅行者の事前確認のツールとしての効果も期待できる。
・①史跡等文化財保護の一層の理解を得ることが出来た。②これまで実施してきた事業と本アプリ事業を組み合わせることにより、今後の事業実施に向け幅が出来た。③市民が市外からの来訪者を案内する自慢のスポットとなるなど、史跡等文化財保護の新たな理解者を獲得することが出来た。④学校教育、高齢者教室など、これまで以上に学習の場として充実することが出来た。
・新たな情報発信の手段を得たこと。

・もともと遺跡に興味をもっていた世代でない方々にも興味をもっていただけている。
・文字と映像により説明することで、分かりやすくなった。又、来城者自身のスマートフォンなどで見ることが出来るので、一度に多くの方が利用出来るようになった。（パネルなどの場合は、人だかりが出来る。）
・歴史を身近に感じられる。
・①アンケート等による利用者の声を総合すると「楽しい・楽しかった」の感想が聞けること。②当初は建物 AR のみを配置の想定であったが、今回は高精細な CG 全体を作りこんだことにより、没入感が増し、GPS の誤差によるストレスを軽減できたこと。③リアルタイムレンダリングの範囲については、利用者が多い導線上のエリアに設定したことと本丸内など自由自在に城 CG を見れる範囲を拡大したこと。
・遺跡をイメージしてもらいやすくなった。また、このシステムを利用したいという観光関連業者の声も上がっている。
・新たな視点より興味を持ち、体験してもらえる。
・ボランティアによるガイド活動においては、現地でわかりやすい説明ができると好評である。
・正確な情報が見学者に伝わる。
・①タブレットの仮想現実を付加させることで、築造前の状況や詳細な説明を使用者のイメージを膨らませ、単調な整備ではないことを印象付け、リピーターや古墳の認知度が高まった。②小学生の社会科見学に役立ち、口頭では説明の難しい埋葬方法や整備前の現況、古墳を上空から見た画像などを表示することで古墳を眺めるという授業から楽しめる状況になったことを先生や児童から好評を頂いている。
・元のものは現地保存されており、当遺跡の特異性として、容易に見ることができないため、AR・VR 等のデジタルツールを使うことにより、これまで見ることができなかったものが疑似体験で見ることができるようになり、見える化が図られることは良い点だと思う。
・これまでは、言葉でしか伝えられなかった遺跡のすばらしさを、視覚的に体験していただくことができる。

4-5. 今後の展開

・対象とする遺跡を増加し、またテキストや映像などのコンテンツを加え充実させる予定。
・マーカーを増やす。
・教育関係にも広げ、教育旅行や学校教育のフィールドワークでの活用を図りたい。
・①タブレットの音声によるナビゲーション追加と多言語化の推進、②城跡の周囲に点在する陣跡への案内追加・強化、③利用者目線での利便性向上のための改修、④スマートフォンの OS バージョンアップへの対応、⑤貸出タブレットの修理または交換機（旧バージョン対応機種）の確保、⑤地域（協議会等）との連携強化（例えば、バーチャルツアー開催による収益確保や安定化など）、以上については、博物館の担当や受付業務の増大が見込まれ、事業推進にあたっては体制作りが必要と思われる。
・平成 27 年度で多言語化。その後、アプリ化の検討や観光関連業者へのデータの提供の検討。
・PR に務めていく。

・利用者の反応をみながら、他の史跡でも導入の可能性を検討している。
・①タブレットは現在19台と学校のクラスに割り当てるには台数に限りがあり、将来的には1人1台の使用を目指したい。②現在、当システムが使用できるタブレットは専用のタブレットで、貸出は歴史民俗資料館で行っている。場所が離れているため、手元のタブレット端末（例、スマートフォンなど）でも使用できるライト版アプリの開発が期待される。③当古墳のみならず、周辺古墳や史跡の情報も入れ、どのような位置に当古墳があり、関係するかの付加情報をつけたい。
・高精細な推定復元CGを制作していることから、そのCGを基に復元模型を製作したり、HMDで当時の様相を疑似体験したり、その他印刷物の作成、地元小中学生を対象とした学習教材等に活用していきたい。
・史跡の保存整備において、ぜひとも活用したい。

遺跡におけるVR/AR技術利用の現状

曽根　俊則（株式会社ジーン　第１開発事業部 APP開発室）

１．はじめに ～ 遺跡活用における課題

近年、遺跡・史跡活用における新たな取り組みとして、VR/AR技術を使ったデジタルコンテンツの導入事例が着々と増えていっている。これは、現状の遺跡・史跡が抱える以下の課題についての解決手段の１つとしての期待をかけてのことと思われる。

①かつて存在した建造物の現物復元

・膨大な初期投資、結構な維持費。

・一度作れば改修は困難。そして後年の調査研究結果によってはもう、目もあてられないことに。

②埋蔵文化財、発掘調査

・埋め戻した後は発掘調査時の姿を現地で観ることができない。

③遺跡・史跡の来訪者

・観光地となっている箇所を除けば高齢者が中心で、幅広い世代の方が観に来るとは言い難い。

この取り組みについて、VR/AR導入・デジタルコンテンツ開発の立場から技術等について説明し、留意点・問題点等を伝えることで、関係者による今後の検討の一助になれば幸いである。

２．VR/ARとは？

VR/ARを正確に表現すると以下のようになる。

VR：Virtual Reality　仮想現実　人工現実

仮想物（人工物）のみによって情報、空間、世界を構成して表現する（図１）。

AR：Augmented Reality　拡張現実（感）

現実世界に仮想物を付加して表現する（図２）。

図１　「歴なび多賀城」多賀城廃寺VR復元

図２　「AR蒙古襲来」元寇船団AR復元

他に、「MR：Mixed Reality　複合現実（感）」という概念も存在する。専門的にはMRとARの区別はできるが、現在一般的にはMRとARをまとめて“AR”として表現されており、専門家でない限りはその認識でいても特に問題はないため、以下MRも含めてARとして表現する。これを、遺跡・史跡での活用として表現するならば以下のようになる。

VR

CG等で作られた仮想現実を体験する。仮想物のみで構成された光景を体験者の視野に映しあたかも現実の世界のような風景として体感できる。

AR

現実世界にCG等で作られた仮想物を反映させて体験する。現実の風景にCGや写真等の画像を重ねたり文字情報を表示させることで、実際に見ている光景以上の情報が付加された光景として体感できる。

言葉が長くなって複雑になった感があるが、要は、

全てCG　＝　VR

現実 ＋ CG　＝　AR

と考えておけば問題はない。

このVR/ARを導入することによって様々なことが実現可能となる。代表的な事例としては以下になる。これらは「はじめに」で述べた３つの問題点への対応になる。

①かつての建築物・光景の現地での復元体験・体感

「AR難波宮」「AR長岡宮」「タイムスコープ平安京」「歴なび多賀城」「AR蒙古襲来」「タイムスコープ安土城」「VR名護屋城」「松島ダテナビ」「よみがえる丸亀城」etc.

②発掘調査状態を現地での体感

「MなびAR」（南アルプス市）

「金沢城ARアプリ」「よみがえる丸亀城」etc.

③現地で各種情報の取得

史跡アプリ・観光アプリ等多数存在

３Dモデル、２D画像・写真、テキストをVR/ARで表示することで、上記を実現している。その他、VR/ARによって実現されていくことは、技術の進歩に伴って今後もどんどん増えていくと思われる（図３）。

３．VR/ARの比較

遺跡・史跡でのVR/ARの最も効果的な活用としては、建築物等や光景の現地での復元体験である（図４）。その場合におけるVR/ARを比較した場合のそれぞれのメリットは以下のようになる。

図３　「よみがえる丸亀城」発掘調査写真AR

VR

・当時の光景全てが復元され、没入感が高い。

・表示位置の“ズレ”の発生に気づきにくい。

AR

・現実の光景にCGが重なって表現されるため、“現地性”が高い。

・CGと一緒に写っての記念撮影ができる（図５）。

比較した場合のそれぞれのデメリットは、互いのメリットの逆ということになる。つまり、VRでは一緒に写っての記念撮影はできないし、ARではVRほど没入感は高くなく、表示位置の“ズレ”の発生がわかりやすくなる（“ズレ”については後述）。

図４　「AR長岡宮」朝堂院VR復元

図５　「AR長岡宮」AR桓武天皇との記念撮影

ARでは現実の光景も映るため、その部分に人が入りこめばCGと一緒に記念撮影ができることになる。また、現実の光景の中にCGが出現するということは、現実に平面復元整備されたまさにその跡地に建築物復元CGが出現する様子が表示されるため、目の前のその場所にかつて建築物があったということが、光景全てをCGにしたVRよりも直観的にわかりやすくなる（＝“現地性”が高い）。

４．VR/ARの起動技術

VR/ARを現地で体験できるようにするには、その現地でVR/ARが起動する仕掛けが必要になる。その仕掛け（システム）としては以下のものがあり、それぞれの長所・短所とを併せて記す。

（１）GPSによる位置認識

【長所】暗い中でも利用可能。リアルタイムの位置追随も可能であるため、利用者が自由に動いてVR/ARを楽しむ仕様の実現が可能。

【短所】天候やGPS受信衛星数等による精度の変化から、ある程度の誤差（ズレ）が発生する可能性がある。屋内では使用不可。

（２）Beaconによる位置認識

発信端末を設置し、モバイル機器等でBluetoothによってその信号を受信

【長所】暗い中でも利用可能。屋内でも位置情報が取れる。リアルタイムの位置追随も可能であるため、利用者が自由に動いてVR/ARを楽しむ仕様の実現も可能（但しそのためには多数の発信端末が必要になり、また、GPS利用時ほどのリアルタイム性は望めない）。

【短所】発信端末の設置・保守が必要。

（３）マーカーによる画像認識

マーカーをカメラで認識することで自身の位置を特定する（図６）。

【長所】認識精度が高い。“ズレ”が発生しない。

【短所】マーカーの設置・保守が必要。一地点に留まって利用することになり、利用者はシステムを利用しながら移動できない。

（４）マーカーレス画像認識

その場にある平面デザインや物体を登録しておき、それを認識することで自身の位置を特定する。

【長所】現環境に手を加える必要がない。“ズレ”が発生しない。

【短所】マーカーに比べて認識精度に劣り、一定以上複雑なデザインでないと認識できない。

図６　大阪歴史博物館内「AR難波宮」用マーカー

一地点に留まって利用することになり、利用者は移動できない。

以上の仕掛けによって利用者の平面位置を特定することで、VR/ARを起動することになる。なお、VR/ARの表示においては、平面位置情報に加えて端末の向き・角度の情報が必要になるが、それらは端末内のセンサー（コンパス、加速度センサー、地磁気センサー等）から取得することになる。屋外ではGPS、屋内ではマーカーが使用されることが多い。

５．VR/ARの復元CG描画方法

VR/ARにおいて、復元CGの描画方法としては以下の２種類がある。

（１）プリレンダリングによる復元

“予め作られた１枚の画像としての復元CG”を固定地点にて表示する。端末側では高度な処理は必要なく、ただ画像を表示するだけなので、端末の性能とは関係なく、どこまでも高精細なCGを表示することが可能。

但し、予め作られた画像であるゆえに復元CGに変化を起こすことはできず、利用者が移動しても画像は変化しないため、体験地点は固定地点となる（図７）。

図７　「よみがえる丸亀城」プリレンダリング復元

（２）リアルタイムレンダリングによる復元

復元CGをリアルタイムでレンダリング（＝描画）する方法。利用者が移動するのに応じて正しいアングルになるように常に（約１/60秒ごとに）復元CGが描き替えらえる。これにより、例えば画面内に表示された復元建築物に向かって歩いていけば、だんだんとその復元建築物は大きくなっていく。復元建築物に寄りたいと思ったら寄って、すぐそばから見上げることもできる。復元CGの世界の中を自分の足で自由に歩き回ることができ、復元建築物を自由な距離・位置から自由なアングルで観て、撮影ができる。

但し、CG描画がスマートフォンの描画能力によるので、画像の精細さに制限がかかることになる。

リアルタイムレンダリングによる復元の場合には画像の精細さに制限がかかることになるが、アプリ開発の技術力次第でスマートフォンで楽しむには十分に高精細な復元CGを実現できる。実際に「AR長岡宮」（図８）、「歴なび多賀城」にてリアルタイムレンダリングによる長岡宮、多賀城・多賀城廃寺の復元体験ができるようになっているが、その復元CGの質は好評を得ている。また、平成27年度に弊社にて開発させていただいた「AR蒙古襲来」「松島ダテナビ」「よみがえる丸亀城」においてもリアルタイムレンダリングによる復元仕様を実装しているが、いずれもプログラム細部を改めてブラッシュアップすることで、従来のリアルタイムレンダリング復元CGよりも高精細な復元CGを表示することに

図８　「AR長岡宮」リアルタイムレンダリング復元

成功している。特に、いわゆる“近世城郭”復元アプリはこれまでにもいくつか公開されているが、その中でリアルタイムレンダリングにおける復元CGの高精細ぶりでは「よみがえる丸亀城」がNo.1である。他の近世城郭復元アプリでは描画処理の技術的な問題であろうか瓦や石垣など省略されている箇所が散見されるが、「よみがえる丸亀城」ではそのような箇所はなく、近世城郭アプリにおけるリアルタイムレンダリングのレベルをさらに一段上げたものとなっている（図９）。

プリレンダリングによる復元は、どこまでも高精細なCGを表示することが可能な反面、固定地点からしか楽しめないため自由に移動して復元CGを楽しむことはできず、自由なアングルで復元CGを楽しめるというわけにもいかない。しかし、その固定地点を多数用意し、固定地点同士の間隔を小さくすれば、ある地点での復元CGを楽しみながら歩いてすぐ次の地点での復元CGを楽しめることになるので、“自由に歩き回っての復元CG体験”に近づくことにはなる。しかしこの場合には、異なる地点間移動の際に復元CGの切り替えが発生するため復元光景をスムーズに体験できるとは言い難く、また、歩いても画像が変わらないという時間が生じ、それが利用者の酔いの原因にもなりかねないため、開発者としてはお薦めはできない。

プリレンダリングとリアルタイムレンダリングの

図９　「よみがえる丸亀城」
リアルタイムレンダリング復元

どちらが良い悪いということではなく、それぞれに異なるメリットがあることから、仕様として何を優先すべきか、復元対象建築物・光景の様子、現地体験の状況などを総合的に判断して、どちらの方法を採用するかを決めるべきだと考える。

６．VR/ARの使用機器

VR/ARを体験するデバイス（スマートデバイス）としては以下のようなものがある。

・スマートフォン
・タブレット端末
・ヘッドマウントディスプレイ、スマートグラス（図10）
・簡易VRゴーグル（図11）

このうち、ヘッドマウントディスプレイは視界を完全に塞ぐことから着けたまま移動するのは危険なため、座って体験することが推奨される。また、見える映像が３D映像になるため、酔いの防止という観点からも移動せずに体験することが求められる。

VRによる映像作品を遺跡・史跡近傍の施設内シアター等で上映することは上記のデバイス登場以前から存在しているが、スマートデバイスを使った取り組みとしては、遺跡・史跡の現地にてVR/ARを体験できるスマートフォン・タブレット端末向けアプリケーション（iOS・Android向け）を制作し、それをApp Store、Google Playにて無料配信することで利用者個人のスマートフォンにて当該アプリケーションを使用していただくことが主流になって

いる。スマートフォンをお持ちでない遺跡・史跡訪問者のために、アプリケーションインストール済のタブレット端末を貸し出しているところもある（向日市、名護屋城博物館）。

また、同じくタブレット端末を地元の小学校の校外学習に活用している例もある（向日市、丸亀市）。

そして、アプリケーションの一般配信は行わず、有料でのタブレット端末の貸し出し・有人ガイドによる城内ツアーのみを行っているところもある（福岡城、熊本城）。

スマートグラスを使ったものとしては平成22年の平城遷都1300年祭の頃より奈良県内にてVR/ARを体験できるイベントが開催されたり、また最近ではVR体験ツアー（有料）（江戸城）も開催されたりしている。

図10　ヘッドマウントディスプレイによる丸亀城復元完全VR体験の様子

図11　「松島ダテナビ」用簡易VRゴーグル“ダテメガネ”

また、アプリケーションではなくwebでVR 体験をできるようにすることもできる（仙台城、萩城）。

現地に設置したQRコードで認識させて当該webページを表示し、VRを見ることができる。

但し、webであるがゆえにARやリアルタイムレンダリングもできず、アプリほど色々な仕様を付加できるわけでもない。また、現地に行く行かないとは関係なく使用できることになるので、導入に際してはその事業の目的を踏まえて判断する必要がある。

7．VR/ARの注意点

VR/ARにては以下の点に注意する必要がある。

（1）ARではCGが必ず手前になる

ARはデバイスのカメラに映った現実の光景の上に重ねてCGを表示することになるので、必ずCGが手前に表示されることになる（図12）。

（2）GPSの誤差による“ズレ”

現在のスマートフォン等で扱えるGPSは精度が良い状況でも２～３mの誤差発生の可能性があり、それによってCG表示位置がズレることがある。カーナビではこの程度の誤差は問題にならないが、遺跡にARでCGを表示した場合にはその誤差による“ズレ”は気づきやすいものである。例えば図13の画像は向日市朝堂院公園における「AR長岡宮」朝堂復元ARのとある瞬間の画面写真であるが、現実に基壇が盛り土で表現された位置とCGの出現位置が少

図12　大極殿復元CGと人が重なっている

図13　朝堂復元CGが少しずれている

しズレていることが分かる（画面右にズレている）。

例えば発掘現場写真のような比較的小さいものをARで表示する場合にはこのズレが大きな影響を与えてしまうのでよろしくない。よって、ズレが発生しないマーカー認識の手法が望ましい。

しかし、大きな建築物が目の前にARで出現した場合には画面にCGが大きく表示されるので、実際にその場でアプリを体験すると、そのズレは見た目程には気にならなくなる（長岡宮の場合も同様）。

また、VRの場合には現実の部分が映らないためズレが発生しても気づきにくい。

（3）建築物のAR復元に不向きな場合

上述の長岡宮朝堂跡のように、跡地が平面表示整備されていたり、跡地空間に何もないところはAR復元を行うのにうってつけのところである。しかし、跡地の現在状況が当時とは全く変わっており、その空間に別の建築物等が存在していれば、AR復元には不向きな場合がある。例えば図14の左の写真はとある市街地であるが、もしここにかつて大極殿が建っていたとしてARで大極殿を出現させても、絵として美しいとは言えず興醒めになる。このような場所で建築物復元体験を行うには、ARではなくVRの方が適していることになる。

8．VR/ARアプリケーション制作・配信等の留意点・注意点

スマートフォン・タブレット端末向けVR/ARアプリケーション制作における各種留意点・注意すべ

図14　とある市街地に復元CGが
ARで出現したイメージ画像

きこととして以下のようなことがある。

（1）開発費の調達

建築物の現物復元と比較すれば遥かに低い費用で制作できるといっても、それなりの費用はかかることになるため、文化庁等の補助金の活用を検討する必要がある。

（2）建築物等の復元CG

復元対象物の規模にもよるがこの制作だけで数百万円以上の費用が必要になることが多い。例えば復元CGを大学に作成してもらうことでその費用を抑えるという方法はあるが、この場合にはその著作権・使用権等権利関係について事前に明確にしておく必要がある。

また、以前に作成された既存のCGを活用したい場合には、その権利関係を確認する必要があるだけでなくデータ形式や解像度にも気をつける必要がある。どんな形式のCGでもスマートフォン・タブレット端末向けアプリケーションに流用できるというわけではなく、FBX形式に変換できるかどうかが1つの目安となる。また、そのCGの作成当時にはそれで必要十分な解像度・質のものであっても、現在の基準で考えれば質が低く、アプリケーションへの使用は控えるべき場合もある。但しその場合であっ

ても、新たに質の高い復元CGを作成する際の参考資料にはなる。

（3）仕様書・契約

仕様書の内容は、事前に開発業者とディスカッションし、書き込むべきことを判断すると良い。

開発業者選定手法としては、柔軟な発想の開発のためにはプロポーザルが望ましい。通常の入札とする場合は事前に事細かな仕様書を作成しておく必要があるが、このようなモノづくりにおいてはテキストでは完全に表現しきれない仕様もあるため、完璧な仕様書を事前に作成することはほぼ不可能である。ましてや開発期間中の技術の進化や発想の展開を事前の仕様書に記載することは絶対に不可能であるため、通常入札の場合には開発期間中に行うべき“より良いモノづくりを行うための柔軟な対応”という面で劣ることになる上、VR/AR開発の技術力が劣る業者が結果的に落札し、満足なモノが実現できなくなるというリスクもある。また、アプリ制作を単独事業とするのではなく、ハード面の整備・活用事業に含め、建築コンサルタントの下にアプリ開発会社が入る事例も出てきている。

（4）アプリケーションの配信

現在のスマートフォンのシェアから考えて、アプリケーションはiOS（iPhone/iPad）、Android向けを制作すれば良い。iPhone/iPadに対してはApp Store、Android端末に対してはGoogle Playにてアプリを配信することになる。アプリの配信にはそれぞれアップル、グーグルに対してアプリ開発者として登録（有料）する必要があるため、アプリの著作権は発注者が持ちながら、アプリ開発会社がApp Store、Google Playでのアプリ配信者となる場合が多い（アプリ開発者として登録するには基本的にクレジットカードが必要になる）。

（5）遺跡周辺の通信環境とアプリの利用

1）アプリダウンロード時

アプリサイズが100M以下の場合には通信環境には特に気を払う必要はない。しかしアプリサイズが100M以上になると、

・iPhone/iPadの場合

App StoreからはWi-Fi接続でなければアプリをダウンロードできない。

・Androidの場合

Google Playからのアプリダウンロードにおいてはアプリサイズによる制限はないが、100M以上のサイズのアプリダウンロードを３G回線で行うにはかなりの時間がかかる。LTE回線にて電波状況が良ければ時間はかなり短縮されるが、Wi-Fiが使えるに越したことはない（図15）。

よって、フリーのWi-Fiスポットの整備が望まれる。ただ、現在は街中にフリー Wi-Fiスポットは数

図15　アプリダウンロード回線概念図

多く存在し、Wi-Fiを自宅に持つ人も増え、さらに持ち歩く人もいる。実際に、史跡を対象としたアプリにおいてアプリサイズが100Mを超えた場合にダウンロード数が減るという傾向が顕著に見られるわけでもないため、アプリサイズ100M超の場合でも、Wi-Fi環境を新たに整備することは（できるに越したことはないが）必須とまでは言えないと考えて良いと思われる。

なお、外国人観光客は通常は日本の通信回線と契約していないため、アプリサイズが100M以下か超かに関係なく、フリー Wi-Fiスポットでしかアプリダウンロードができないことになる。

2）アプリ使用時

大容量の動画や音声等をアプリに実装するとアプリサイズがかなり大きくなる。アプリサイズを増大させずに多大なデータ（復元CG、動画、音声等）をアプリで扱えるようにするために、そのアプリ専用のサーバを立ち上げ、アプリで使用するデータをアプリ本体に内包せずにサーバに置いておき、アプリ使用中に随時サーバから必要なデータをダウンロードするという手法がある。この場合、通信圏外の地点ではデータをダウンロードできなくなる。そしてその通信（サーバからのデータダウンロード）には使用者個人の通信費用が発生することになるが、多くの使用者は通信費用を定額契約しているため、さほど気にする必要はないと思われる（図16）。

図16　専用サーバ使用の場合の概念図

（6）アプリの機能と運用

・自由に歩き回ってのVR/AR体験では「歩きスマホ」となるため、周辺の安全性の確保が必要となる。例えば「AR難波宮」では難波宮跡公園に復元された大極殿基壇の位置にARで大極殿が出現するようになっているが、基壇は高さ約２mでその上部には柵もないため、もしも基壇上で端末画面を見ながら歩き回ると足を踏み外して２m下へ落下する危険性がある。よって「AR難波宮」は基壇上ではARは体験できない仕様となっている。

・スマートフォン・タブレット端末を所持していない来訪者や教育利用などに向けて、貸し出し用端末を用意することが望ましい。この場合、アプリ使用時に通信費がかかる仕様の場合にはもちろん通信費は貸し出し側にかかることになる。ランニングコストをかけたくない場合には、貸し出し用端末においては通信不要の機能に限定するなどの工夫が考えられる。

・新しくフリー Wi-Fiスポットを設置するならばそのランニングコストは必要となる。

・AR体験ではカメラのついた端末を様々な方向に向けることになる。AR体験場所が住宅地等の場合には、貸し出し端末の裏面に「AR体験中」などと表示するなどの対策により、カメラ画像に移りこむ個人・個人宅等のプライバシーに配慮する工夫が必要となる。

（7）保守

・専用サーバを立てた場合、サーバ保守を行う必要が生じる（ランニングコスト発生）。

・専用サーバを立てず、かつ開発会社からのアプリ配信とすれば、特に有償なミドルウェア等をアプリに使用していない限り、常態的なランニングコストは発生しなくなる。

・但し、アプリの対応OSがバージョンアップした

場合（iOS/Android OSともに大きなバージョンアップは年１回程度）、その内容に応じてアプリの更新の必要があるかどうかその都度判断し、更新が必要ならその対応作業のために別途費用が発生する。OSバージョンアップの詳細内容が事前には不明なために、更新の必要が生じるか否かは事前には予測できない上、対応が必要な場合のその作業量もそのときになってみないと正確にはわからない。この点については予めOSバージョンアップへの対応更新を行う保守契約を定額で開発会社と結んでおくという手法もある。

９．おわりに

以上、VR/AR技術やそのアプリケーション等に関して留意すべきこと、注意すべきことを記載した。しかし、この分野における技術は日進月歩であり、今までできていなかったことも突然明日にはできるようになることもある世界である。そしてその技術の用途としての創造性・拡張性は計り知れない。また、OSに関する規約等が変更になる可能性もある。ゆえに、本稿で記載した内容について明日にも陳腐化する可能性があることはご容赦願いたい。

本稿が、各方面において今後の検討材料の１つとして役立てば幸いである。

アプリ開発・運用の実際

―“AR長岡宮”活用と課題―

渡辺　　博（向日市教育委員会）

1．はじめに

（1）位置と環境

長岡京跡が所在する京都府向日（むこうし）市は、京都府の山城盆地西南部に位置する（図１）。面積は7.72㎢と西日本で最もコンパクトな市であるが、人口は５万4,614人（2016年６月１日）、人口密度は１㎢当たり7,000人を超える都市近郊住宅街を形成する。

1960年代から宅地化がすすみ、電気、化学、機械工業が進出して都市化した。また、東、北、西の三方で京都市に接し、JR東海道本線、阪急京都線、国道171号が通り交通機関の利便性が高く、京都市や大阪市のベッドタウンともなっている。

丘陵部には、モウソウチクが栽培され、タケノコや竹細工の特産地としても知られている。

丘陵部には多数の古墳、平野部には条里制が遺存し、市域の周知の埋蔵文化財包蔵地は、現在76か所が確認されており、その総面積は7.82㎢となり市の面積を超える。

なかでも、長岡京跡は、東西4.3㎞・南北5.3㎞（22.79㎢）の規模を有し、３市（京都市、向日市、長岡京市）１町（大山崎町）に及ぶ広域遺跡が所在する。このうち、本市に占める長岡京跡の面積は、全体の約19.80％、約4.512㎢と少ないものの宮域等の重要地域を占めている（図２）。

（2）史跡の概要

長岡京は、延暦３年（784）から延暦13年（794）までの10年間の都である。長岡京跡の発掘調査は、昭和29年（1954）12月に開始され、その調査歴は62年に及び、調査次数は2,200回を超える。

その成果は大きく、宮域では大極殿、大極殿後殿（小安殿）、宝幢（ほうどう）、大極殿院南門、朝堂院（ちょうどういん）、内裏（だいり）、築地（ついじ）等が、京域では朱雀大路をはじめ条坊制の大路・小路、官衙、離宮、住宅等の遺構が検出されている。

なかでも、大極殿・大極殿後殿（小安殿）、内裏、

図１　京都府向日市の位置

図２　山城盆地航空写真

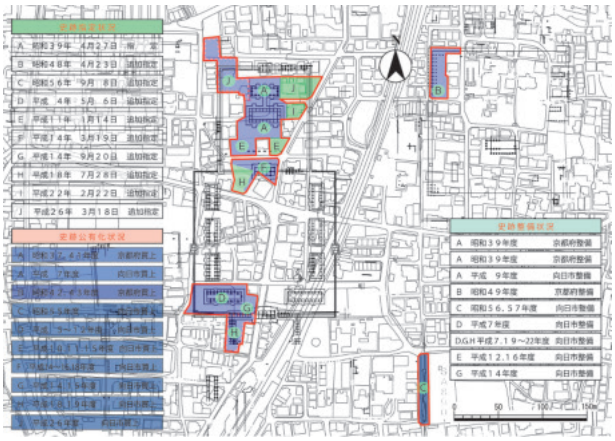


図３　指定・公有化・整備経過図

図４　朝堂院西四堂地区全景

図５　朝堂院西四堂地区　楼閣跡

築地、朝堂院の西第四堂・南門・南面回廊、宝幢、閤門地区は、宮の中心に位置し、その保存状況も良好である。これらの遺構を保存することは、長岡京の全貌を考察する上で極めて重要であることから、史跡指定を受け、保全整備し活用の促進を図っている。

史跡は、昭和39年（1964）に大極殿地区が「史跡長岡宮跡」として指定を受けた。以後、開発と競合するかのように、平成27年（2015）まで、離れた地区でも同一名称で、９度の地域追加指定を受けている。指定面積は14,275.72㎡で、公有化は83.83％、整備は未買収地を含め63.54％である（図３）。

（３）史跡の公有化と整備

史跡長岡宮跡は、昭和40年（1965）に大極殿地区を、以後、平成22年（2010）まで、地区ごとに４度の整備と、公有化完了までの間７度の仮整備を実施している。

数度に分けて整備しているのは、史跡が阪急京都線西向日駅周辺300m圏内の住宅密集地に位置し、土地価格が平方メートル当たり20～30万円と高額で、公有化が遅れているためである。

前述のとおり開発と発掘に伴う保存問題が競合し、史跡指定と公有化を繰り返し行う保存措置が優先し、整備と活用が遅れているのが実態である。

この状況を少しでも打開するため、一定の公有化が完了するまで、史跡指定地で民有地であっても、市の単独経費で仮整備等を行っている。しかし、こうした措置は、行政内部を含め、市民の理解を十分に得られるものではなかった。また、長期にわたる部分的及び小規模な整備は、工法等による統一感の喪失にもつながり、史跡保全への不理解を助長させていた。土地のまとまった所での史跡整備には、大極殿地区や近年の朝堂院西四堂地区（以下「朝堂院公園」と呼ぶ）がある（図４・５）。

２．AR長岡宮の導入

（１）導入契機

史跡長岡宮跡の整備手法は、遺構の性格上、また、住宅密集地という立地環境上などにより、緑地を配した平面的な遺構の復元表示が主なものである。

近年、特に平城宮跡第一次大極殿復元以後、史跡長岡宮跡の整備進捗もあり、史跡地での建物復元や、復元した建物を多目的施設としての利活用案などの

意見が多く寄せられるようになった。

しかし、史跡地は、都市計画上、第一種低層住居専用地域に位置し、適用除外項目はあるものの復元建物の建築には一定の制限がある。

また、国庫補助金の適用を受け公有化及び整備を行っているため、駐車場など多様な利活用面には課題がある。加えて史跡指定地の建物復元の経費は、概算でも数百億単位となった。

そこで、史跡長岡宮跡へのより一層の理解を深めるため、新たに体験可能な『拡張現実（感）』（Augmented Reality 以下、「AR」という）、及び『仮想空間／人工現実』（Virtual Reality 以下、「VR」という）技術等を用い、市販のスマートフォン（以下、「スマホ」という）やタブレット端末を用い、五感に働きかけるアプリケーション（以下、「アプリ」という）『AR長岡宮』（以下、「本アプリ」という）を開発し無料で配信することとした。

なお、これら既存の機器には、位置情報（GPS）やカメラ、カレンダー、時計など多彩な機能が搭載されており、これらも利用することとした。

AR長岡宮導入の理由を次のとおりとした。

・史跡指定地の土地条件から建物復元が困難である
・建物復元に要する経費と比較し安価である
・上記と同様に維持管理経費が安価である

図６　事業化までのフロー図

・案内員不在時でも一定の史跡の解説ができる
・多彩に情報を挿入・リンクできる
・エンタテイメント性を備えている
・スマホネイティブ世代の取り込みがでる
・特色ある地域振興・観光振興に寄与できる

（２）導入時の課題

本アプリの導入に際して（図６）、主に下記の５点が課題となった。

１）　AR、VR　そのものに対する理解
２）　何故、AR、VRを史跡に導入するのか
３）　仕様書の作成について
４）　適正価格について
５）　業者選定について

これらの課題解決に向け、次の対応を取った。

１）AR、VR等に対する理解

難波宮など同種の活用事例の先進地視察とともに、史跡長岡宮跡でのARデモ体験を実施した（図７・８）。

図７　AR長岡宮イメージ

図８　事業前のARデモ風景（長岡宮跡大極殿）

「史跡への導入」については、上記事業を実施することで、その効果をアピールし、アプリに対する理解と史跡長岡宮跡への導入の必要性について、教育委員会の内外に理解を求めた。

2）仕様書の作成

調査成果や史実に基づき、史跡長岡宮跡の理解のため、特色ある地域の埋蔵文化財事業として実施したいことを全て列挙し、システム上（ソフト上）不可能なことを削除したものを仕様書とした。

3）設計価格

「適正価格」については、財政状況の脆弱な本市にとって、文化庁の補助金適用は不可欠である。事業化にあたっての積算根拠を含め「適正価格」を算出するため、見積書の取得を何度も繰り返した。これに伴う「仕様書の更正」も数次に及ぶ。

また、総事業費から文化庁補助金を差し引いた額を文化振興基金（市長部局）から繰り入れ、単年度の市単独費の負担をなくした。

4）業者選定

本市への業者登録の有無、指名・公募の別、競争入札方式・プロポーザル方式・コンペ方式など、デメリットを考慮して行う必要がある（図９）。本件のように専門性を要する業務の場合は、単に低価格だけで選定したのでは、期待した結果が得られない場合も生じる。

一方、実績のある者を選定する随意契約は、行政の場合、公平性の観点から問題がある。また、コン

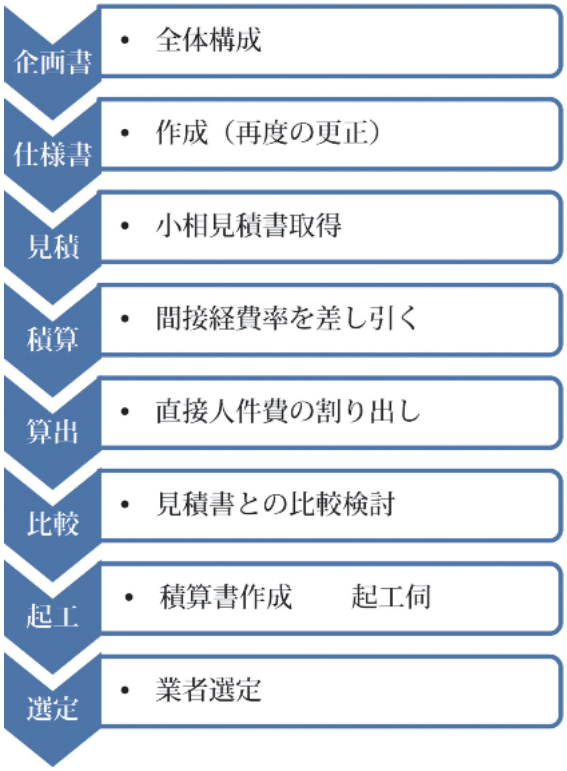


図９　事業化後、業者選定までのフロー図

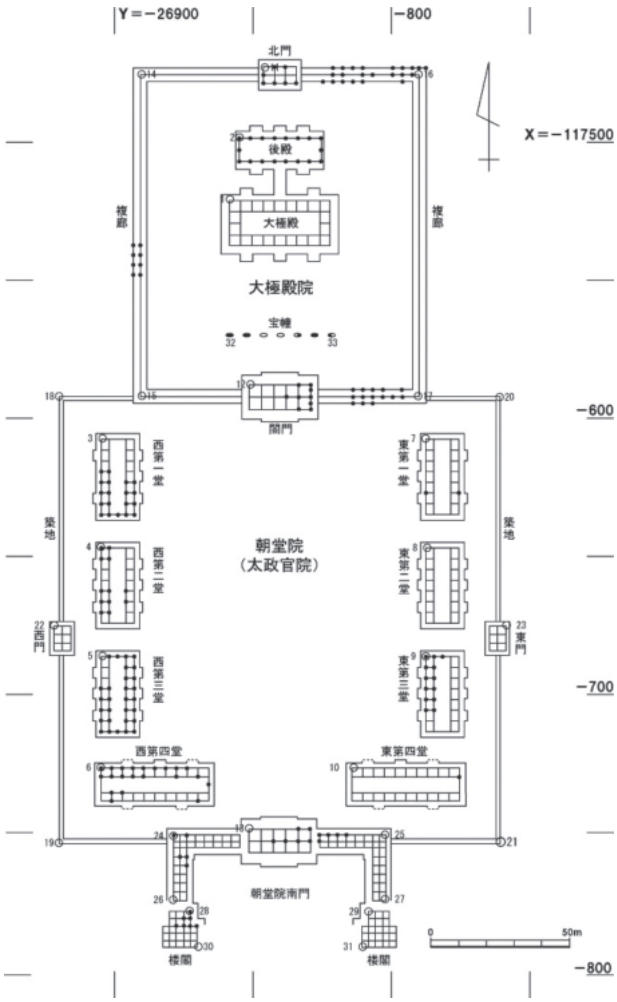


図10　長岡宮大極殿院・朝堂院遺構配置図

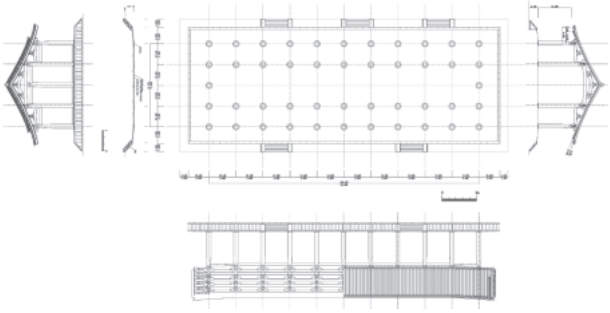


図11　朝堂院西第四堂復原図

ペ方式では受注の可否が不明なまま、詳細設計（図10・11）まで行う必要があり、応募者（業者）の負担が大きい。

いずれにせよ、的確な仕様書と適正価格の算出が重要である。

本アプリ作成業務については、本市登録会社による指名競争入札により、落札した会社と業務委託契約を締結した。

〔所感〕 本アプリ作成事業は、史跡整備工事等が伴わない単独の業務委託事業であった。そして、文化庁補助金の適用を得て、単年度事業とした。このため、事業計画から補助金の交付決定後の契約締結まで、また、業務着手から完了（本アプリの配信）まで時間的余裕も少なく、建物復元やソフトの動作確認など各項目の負担は多大であった。

本アプリ同様の業務を実施する場合、遺跡整備と一体的なものとし、実施設計・施工監理会社等の積算の中で行い、有識者委員会の検討を経た上で、複数年度工期の最終年度に実施することか望ましい姿であると実感した。

3．AR長岡宮の特徴

本アプリは、前述のとおり専用端末を用いず、市販のスマホやタブレット端末へのインストール形式を採用した。そして、これらの端末に搭載されている位置情報（GPS）やカメラ、カレンダー、時計など多彩な機能を利用した（図12）。

図12　メニュー画面

そのうえで、発掘調査により検出した史跡長岡宮跡大極殿、朝堂院など主要な26施設の建物等を復元し、今、自分の前に長岡宮が存在しているかのような体感を可能にするものである。

なお、建物等の復元は、昭和59年（1984）の向日市文化資料館の開館時に作成した大極殿・朝堂院、及び内裏の復元模型設計図を原図とした。本原図は、宮本長次郎氏（当時：奈良国立文化財研究所）の考察によるものである。この原図に最新の発掘調査成果、国土座標等を加筆または修正し、本アプリの基本設計図とした。

業務過程における建物復元の細部の検討と更正は、京都大学大学院山岸常人教授からご指導、京都府教育庁指導部文化財保護課（建造物担当）諸氏の協力を得た。

（1）機能の特徴

1）AR＋GPS機能

現在の風景の中に、建物遺構等を原位置に原寸大で復元し、建物内に入ることも可能で天井等の内部構造も詳細に復元した（図13）。

2）VR＋GPS＋時計機能

VRでは上記1）に背景を含め、原位置に原寸大で復元した（図14）。なお16時以降、翌6時までの空は星空となる。これらのAR/VR機能では、26施設の建物を復元し、23通りの表現方法をとった（次年度、内裏正殿を追加）。

これに加えて、大極殿地区では、高御座（たかみくら）前面の位置で動画を、内裏地区で長岡宮のひな壇造成がわかるイラストを挿入した（図15）。

3）カメラ＋GPS機能

長岡京期に係わる歴史上の桓武天皇、藤原種継、百済王明信、坂上田村麻呂、女官など10人の人物が史跡地内各所に15通りで登場し、史跡来訪者が記念撮影をし、その画像保存を可能した（図16）。

4）カレンダー機能

続日本紀や日本後紀、類従国史、類聚三代格など、史料に記載された長岡京期内の主な出来事の月日のみに起動し、その内容を説明した。また、特定月日のオープニング画面としても活用した（図17・18）。

5）カレンダー＋時計＋GPS機能

上記4）同様と史料に記載された、がま蛙や坂上

図13　AR機能　大極殿地区

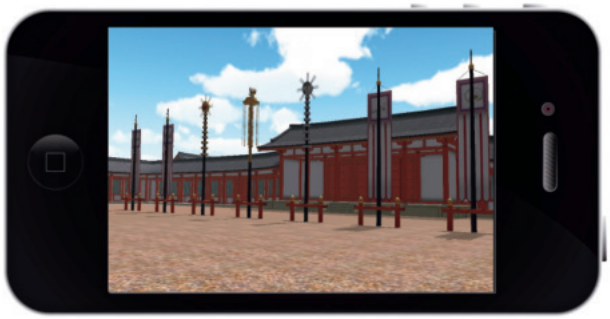


図14　VR機能　宝幢・閤門地区

図15　長岡宮ひな壇造成イラスト
スライドインかがり火遺構の点灯は16時以降

図16　登場人物と記念撮影

図17　大極殿　平常時（下記と比較）AR/VR共通

第18図　大極殿　特定時（上記と比較）AR/VR共通

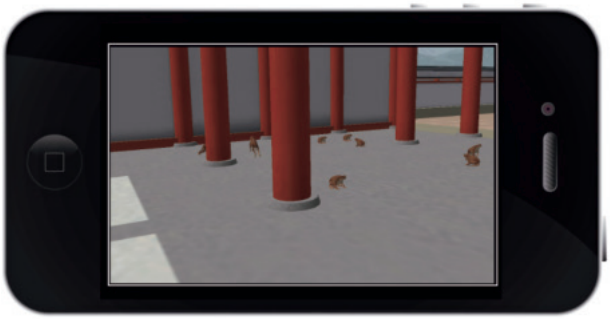


図19　特定日のがま蛙の増殖　（朝堂院地区AR/VR）

図20　登場人物と記念撮影（16時～翌６時まで）

田村麻呂が乗る馬、その他に瑞兆に関係する白烏、赤雀、赤眼の白ねずみなどの９種類の動物等が13通りの特定の日に出現、または増加させた（図19）。

６）AR/VR +時計＋GPS機能

上記４）同様と史料に記載された、金星や怨霊など特定の時間・方角のみでおこる長岡京期の出来事や現象を復元した（図20）。

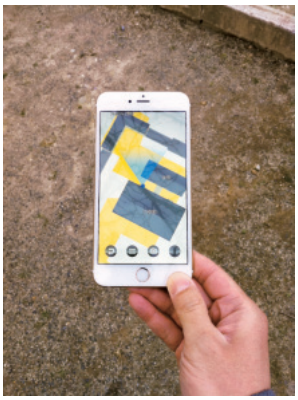


図21　マップ機能

図22　マーカー機能
坂上田村麻呂と馬

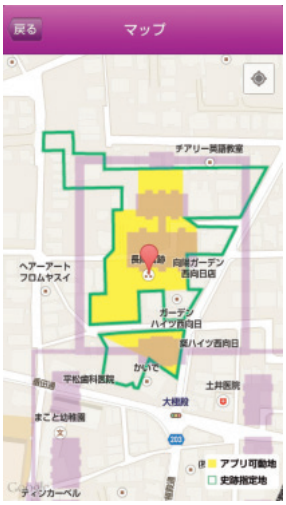


図23　本アプリ稼働地

図24　貸出しタブレット

7）マップ機能

本アプリは機器を下に向けるとマップ機能が起動する（図21）。

8）その他の機能

本アプリは、史跡指定地での利用を基本としているが、指定地以外でも長岡宮跡を理解し、アピールできるよう「ボーナス」メニューを設けた。

このメニューには、朝堂院の中心から建物全体を概観する機能や、マーカーによる朝堂院南門と楼閣の復元、及び坂上田村麻呂と馬（図22）、内裏正殿復元画像をAR/VR機能で復元。なお、このマーカーは、ポスターと後述する貸出用タブレット内にも掲載した。

上記１）～８）詳細は、表１・２「『AR長岡宮』AR/VRリスト」に示すとおりである。

しかし、年間を通じ史跡長岡宮跡への来訪者を獲得するため詳細については公表していない。

今後、学校や市民と共にクイズやゲームなどの作成も検討している。

（2）機器の特徴

1）対応機器

iOS・Android・iPadにも対応のユニバーサルアプリとした。

2）対応言語

日本語、英語、中国語文繁体字、中国語文簡体字、韓国語の五言語に対応した。

（3）経費面等、その他の特徴

機器を所有されない方、学校のクラス単位での学習や団体見学等には、貸出用タブレットを50台用意した。

この貸出用タブレットは、後年度負担を考慮し、GPSのみの稼働とし、通信費等の経費が不要なものとした。

（4）安全面等への配慮

1）危険回避

本アプリの稼働は、通称「歩きスマホ」に伴う安全面を配慮し、史跡指定地内の公有化済地に限定した。

2）マニュアルとプライバシーの保護

本アプリ内の『使い方』内に、「歩きスマホ」とカメラ撮影等に係る「プライバシーの侵害」などの注意事項を記載した。

3）史跡（稼働）地内広報

史跡指定地の本アプリの稼働地では、図23のように表示し、前述した注意を促すプレートを案内板などに設置した。

4）貸出用タブレット

貸出用タブレットには、写真撮影等で、第三者に不審を与えないよう、対面者側に「長岡宮体感中」と背文字を貼付した（図24）。

（5）連携面の特徴

1）文化資料館との連携

本市には、「長岡京の歴史と文化」を常設展示する文化資料館がある。

同館のエントランスに設置した「バーチャル長岡京３Dマップ」では、大画面ディスプレイで長岡京全体の景観復元や解説などをデジタル映像で紹介している（図25）。

そこで、本アプリは史跡指定地である長岡宮跡とし、内容の重複を避け、相互補完が可能なものとした。

2）「京ぶら乙訓（おとくに）」（観光アプリ）との連携

本市を含めた周辺二市一町の商工・観光協会が、観光名所や飲食店などを案内するアプリ「京ぶら乙訓」がある。これは、史跡等を含めた観光スポットを表示し、検索地点からスポットまでをナビゲーション（以下、「ナビ」という）で案内し、現況写真と簡単な説明を行うものである。今回、重複を避けるため、本アプリにナビの実装（アプリ内に特定のシステムを組み込むこと）を見送り、相互活用を図ることとした。上記に加えて、長岡京と同時代で関連する遺跡、「難波宮跡」と「多賀城跡」と相互連携を実施した。

3）「AR難波宮」との連携

平成24年（2012）５月に本アプリの先行事例として「AR難波宮」がリリースされた。

図25　バーチャル長岡京３Dマップ
（向日市文化資料館エントランス　モニター 70インチ）

後期難波宮は、長岡宮を理解する上で欠くことができない重要な遺跡である。このため、相互に紹介画面を本アプリ内に掲載した（図26）。

4）「歴なび多賀城」との連携

長岡宮を理解する上で、桓武天皇の「軍事と造作」は、欠くことができない功績である。この軍事とは、東北遠征・経営である。そこで、「乗馬した『坂上田村麻呂』」の画像を多賀城市教育委員会作成アプリに出現させていただくとともに、相互に紹介画面を掲載した（図27）。

図26（左）本アプリ内、難波宮アプリの紹介
（右）難波宮アプリ内、本アプリの紹介

図27（左）本アプリ内、多賀城アプリの紹介
（右）多賀城アプリ内、本アプリの紹介

これらの連携は、各々の事業が文化庁の補助事業であったことに加え、連携先の理解と協力をいただき行えたことによる。

全国には長岡京跡と同様、都城遺跡の他に集落跡や古墳、国分寺、城郭跡など、離れた遺跡であっても関連する重要な史跡（遺跡）等が数多く所在する。

これらの広域連携と活用面で、新たな手法を示せたものと考えられる。

4．AR長岡宮の運用と課題

（1）アプリのダウンロードと利活用

本アプリの活用は、主に平成22（2010）年６月22日に開所した「朝堂院公園」内に設けた案内所を中心に、常駐する案内員の史跡解説などとともに実施している。

この案内所に貸出用タブレット端末を５台を常備し、団体見学時には事前申込みにより45台を追加し利用している。本アプリを平成26（2014）年３月18日に配信後、平成28（2016）年５月31日現在、２年２か月が経過した。この間のダウンロード件数は、iOSが1,870件/人、Androidが838件/人 の2,708件/人である。貸出用タブレット端末の利用は、2,637件/人である。利用者総数は、計5,183件/人である。

全体を概観すると、図28で示したとおりAR長岡宮の利用機器種別では、ダウンロード利用者は50.67％、貸出用タブレット端末の利用者は49.34％で、ほぼ同数である。しかし、単年度毎の利用者は、初年度はダウンロード利用者が約２/３を占め、次年度は逆に貸出用タブレット端末の利用者が約２/３を占める。今後のダウンロード利用者と貸出用タブレット端末の利用者の比率は、学校教育など団体見学などにより、貸出用タブレット端末の利用者が確実に増加するものと考えられる。

また、図29の朝堂院公園の利用者の推移と図30のアプリの利活用者の推移を比較した結果は、次のとおりである。

・アプリの配信直後は、史跡の急激な利用者増には繋がっていない。

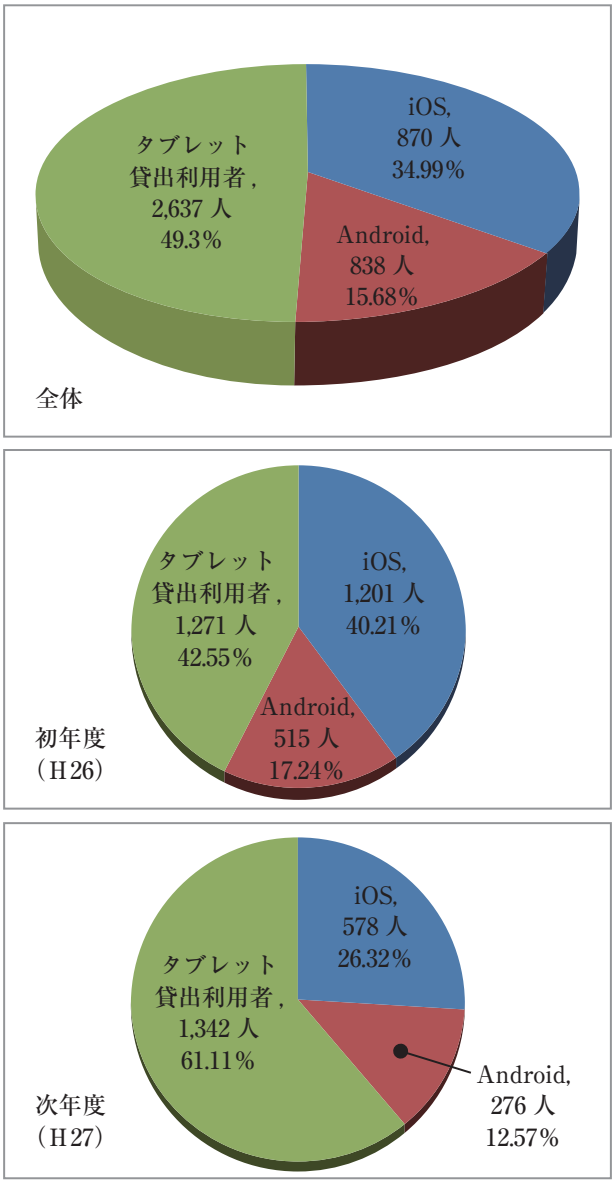


図28　AR長岡宮機器種別利用比率

・本アプリのダウンロード数、貸出し用タブレット端末利用者は、史跡利用者に比例している。

・本アプリ配信した１年後の平成27年度（2015）に、史跡来訪者が急激に増加した。

これらのことは気候等の他に様々な要因も考えられるため、同様の事業を実施されている他機関、他遺跡などの事例と比較検討する必要がある。

そして、今後の史跡長岡宮跡の活用の促進のため、朝堂院公園の利用者も含め、総合的に推移を注視し検討する必要もある。

〔所感〕　本アプリの市場ニーズや浸透度などを情報

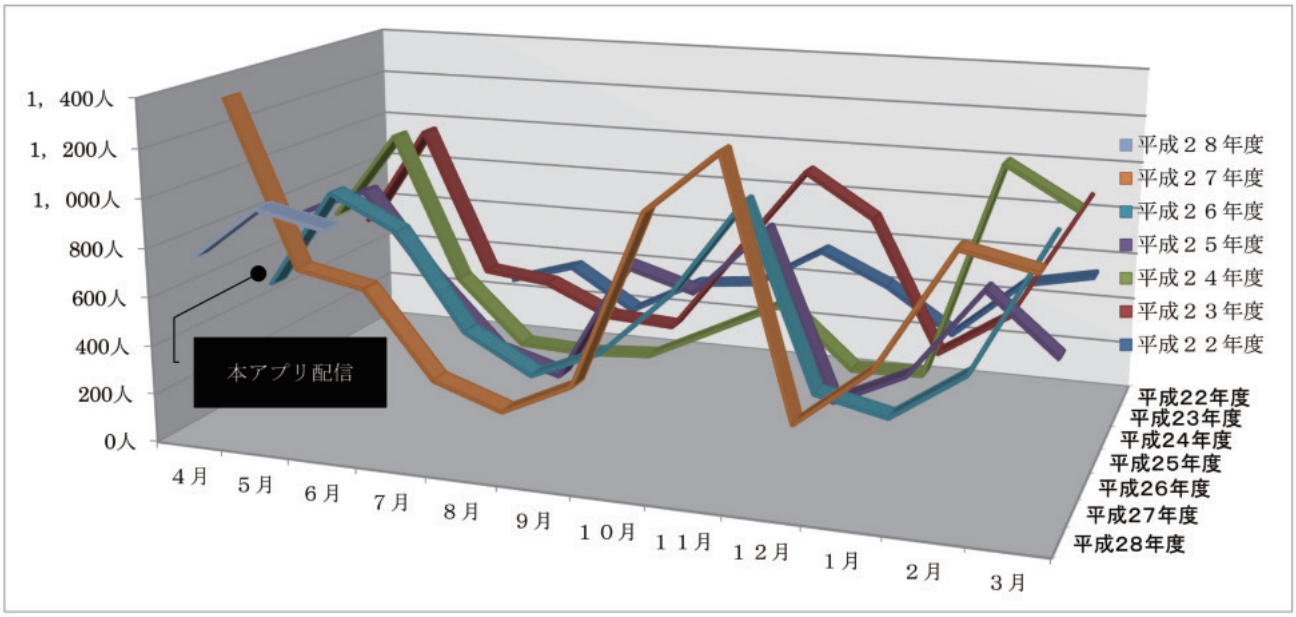
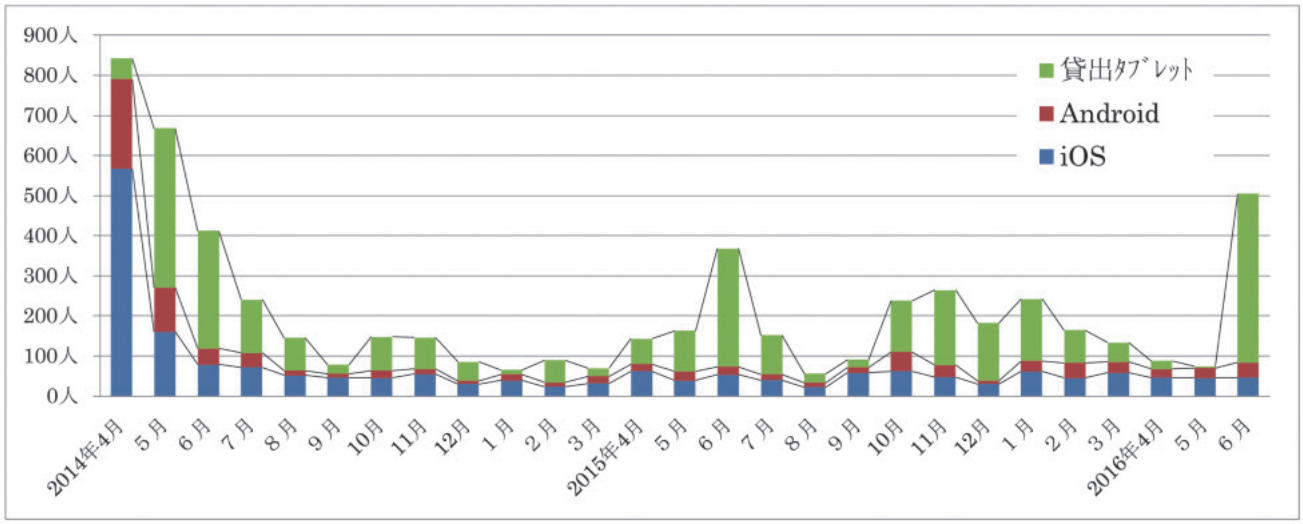


図29　史跡長岡宮跡朝堂院西第四堂地区（朝堂院公園）利用者の推移



▲初年度（平成26年度）　▲次年度（平成27年度）　▲28年度

図30　AR長岡宮　利用機器別利用者の推移

として蓄積にするため、配信開発会社の好意により、基本OS別のダウンロード数を月毎に把握している。本アプリのダウンロード数は、前述のとおりiOS、Androidを合わせ2,708件である。

この数値の良否を比較検討する資料は、現在のところ持ち合わせていないが、配信後数ヶ月は、費用対効果の面（本アプリ作成業務委託料÷ダウンロード数）から、ダウンロード数の推移に一喜一憂した。しかし、本アプリは、史跡長岡宮跡の活用を促進するためのものである。主役は史跡であり、活用する市民である。このため、ダウンロード数よりも、史跡利用者の推移を注視し、活用事業の多用な展開を図っている。

史跡長岡宮跡を魅力あるものとすれば、本アプリのダウンロード数も比例して増加するものと考えている。

（2）アプリの更新

アプリの更新には、アプリ自体の拡充や更新等に

伴う「内容更新」と、スマートフォンやタブレット端末等機器OSのバージョンアップに伴う不具合解消のための「システム更新」に大別される。

本アプリの場合、史跡指定地の拡大と拡充等に伴い「内容更新」を１回、機器OSのバージョンアップに伴い１回、計２回の更新を行った（微細な不具合による修正を含まない）。

これらの更新記録は、本アプリの設定画面内に「Ver ○.○」と数字で記すことにし、大きな更新を１桁台で、軽微な変更を小数点以下で表記した。このため、平成28年５月現在、iOS はVer. 2.1で、Androidは Ver. 2.0である。

機器OSのバージョンアップ等の問題は、業務発注時から想定された。そこで、後年度負担の軽減を図るため、史跡等の整備工事時の植栽工の枯れ補償と同様の内容を適用することとし、発注時の仕様書に「業務完了（アプリ配信）後、１年間のシステム改修補償」を明記し対応した。

本アプリについては、配信後２年間で維持管理経費は支出していない。

今後、機器OSのバージョンアップに伴う改修予算を計上しなければならない時期が来ることを念頭に置き、アプリを運用していきたい。

（３）アプリの容量

本アプリのサイズ容量は、iOS、Androidの相違はあるものの配信時には約70MBであった。

しかし、機器OSのバージョンアップに伴い、一時95MB（Android）～124MB（iOS）（アプリの案内により数値表示に相違がある）に増加した。開発会社と協議し、現在、71MB（Android）～124MB（iOS）となったが、端末機種によってはダウンロードにはWi-Fi（無線ＬＡＮ）が必要な環境下にある。

今後、史跡指定地に、専用又は公衆・観光Wi-Fi等の設置を含め検討していく所存であるが、サイバー犯罪や利用者のセキュリティー、夜間の青少年健全育生問題など、史跡地の防犯等安全面での課題があるため設置には十分な考慮が必要である。

また、基本OSのバージョンアップは、拡大を続けるスマートフォン等の市場において、年に１回以上行われている。新たなOSが発売されるたびに機種やソフトの内容も充実され、連動して本アプリの容量も増加することがわかった。アプリ容量の増大化は、利用者のダウンロードを躊躇させる要因にもなる。

今後、（史跡等文化財活用の）新たなアプリの作成時には、これらのことも念頭に置くことが必要である。加えて業務を実施する会社には、これらに対応できるソフト等の開発や対策を要望する。

最新のデジタルコンテンツを用いた史跡（遺跡）の活用を目的として作成した本アプリを基本OSのバージョンアップために化石化させてはならない。

５．AR長岡宮の活用と応用

本アプリ配信後、導入済みの貸出しも兼ねた古代衣装を着用し、タブレット等を手にした案内員が、史跡の解説案内を行っている（図31）。

その他に、映像資料やパンフレットなどの歴史やふるさと（郷土）学習の教材を用い多彩な活用を行い（図32）、史跡長岡宮跡を広く公開するとともに情報を発信し（図33）、特色ある地域振興、観光振興にも繋がる事業を実施している。

また、本アプリの作成、及び作成過程で得られた成果を応用して次の事業を実施した。

図31　AR長岡宮と古代衣装の組み合わせ

図32　貸出し用タブレットを活用した学習

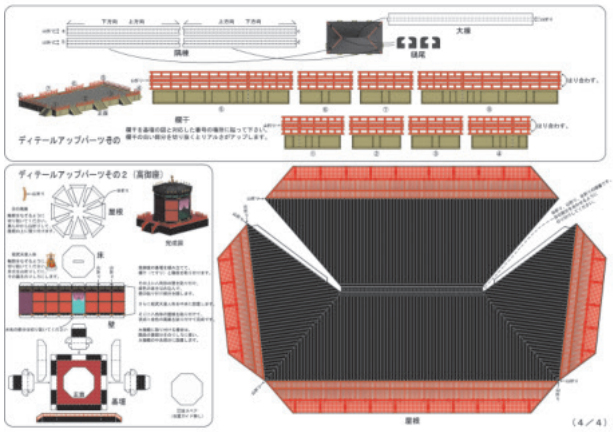


図34　長岡宮大極殿ペーパークラフト展開図

図33　テレビ等への情報発信

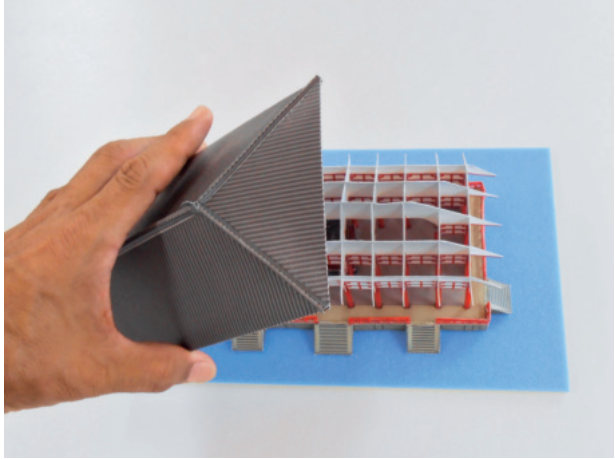


図35　ペーパークラフト（長岡宮大極殿）

（1）ペーパークラフト

本アプリ内のAR/VR機能で遺跡を復元表示するため、26施設の建物を３次元コンピュータグラフィックス（以下、「３DCG」という。）で作成し、その一部はボーナスメニューで表現している。

３DCGは、全方向からの識別が可能なことが特徴のひとつである。

この３DCGを各方向から２次元化（レンダリング）し、ペーパークラフトを作成した（図34）。

作成したペーパークラフトは、下記のとおり長岡宮の主要な七種類の建物を、カラー・モノクロで13種類、21,000部である（図35）。

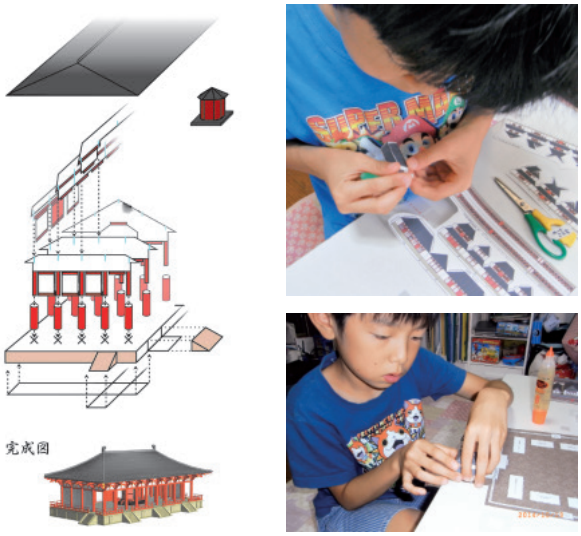


図36　活用事例

①	長岡宮全体	（２枚組）	カラー	2000部
②	長岡宮全体	（２枚組）	モノクロ	2000部
③	大極殿	（４枚組）	カラー	2000部
④	大極殿	（４枚組）	モノクロ	2000部
⑤	朝堂院南門	（３枚組）	カラー	2000部
⑥	朝堂院南門	（３枚組）	モノクロ	2000部

⑦　楼閣　（４枚組）　カラー　2000部
⑧　楼閣　（４枚組）　モノクロ　2000部
⑨　回廊・東　（２枚組）　カラー　1000部
⑩　回廊・東　（２枚組）　モノクロ　1000部
⑪　回廊・西　（２枚組）　カラー　1000部
⑫　回廊・西　（２枚組）　モノクロ　1000部
⑬　朝堂院四堂（３枚組）　カラー　2000部

これらのペーパークラフトは、「夏休み子ども歴史教室」（図36）などの事業に使用するとともに、本アプリダウンロード者、朝堂院来訪者で希望者には無料で配布している。

（２）発掘調査との組み合わせ

史跡長岡宮跡として追加指定を受けた大極殿西・北面回廊地区を平成26年度（2014）に公有化し、同時に本アプリの稼働地を拡大させた。

図37　AR長岡宮と発掘調査現地説明

図38　AR長岡宮３Dデモ
（ヘッドマウントディスプレイでの表示内容）

平成27年度（2015）には、本地区、及び周辺地域の遺構を詳細に把握するため、遺跡範囲内容確認のための発掘調査を実施した。

この発掘調査の現地説明会は、参加者に検出遺構についての理解を深めるため、本アプリを用い実施した（図37）。

そして、開発会社の協力を得て、スマートグラスやヘッドマウントディスプレイによる本アプリの体感デモを同時に開催した（図38・39・40）。

この結果、300名以上の現地説明会の参加者に、検出遺構はもとより、史跡長岡宮跡への一層の理解を得た。

また、参加者を概観すると、デジタルコンテンツに興味を持った若年層も多く見受けられ、これらの方々への史跡長岡宮跡を広報する面で大きな成果が得られた。

なお、この現地説明会の開催報道と説明会当日の本アプリのダウンロード数は、飛躍的に増大した。本アプリの広報の必要性も感じた。

図39　スマートグラス（左）とヘッドマウントディスプレイ（右）

図40　現地説明会会場で、スマートグラスやヘッドマウントディスプレイを使用したAR長岡宮のデモ

図41　現地復元建物とAR機能の組み合わせ
※本画像は、平城宮跡第二次大極殿跡にAR機能で、長岡宮大極殿を配置した参考写真である。左後方は復元した第一次大極殿。

6．まとめ

依然として史跡長岡宮跡の活用について、市の内外から厳しい声が寄せられている。しかし、その声は、次第に「決して批判的なものだけではなく、期待を込めたご意見や応援」に変化し、多方面から寄せられるようになった。

また、本アプリが契機となり、史跡活用を主体とした現地での建物復元の気運も高まってきた（図41）。

改めて、史跡等文化財が持つポテンシャルの高さを再認識したところであり、活用の加速を図っていきたい。

7．あとがき

本アプリは、あくまでも長岡宮跡の史跡景観を可視化するためのツールである。

しかし、搭載した情報の基礎は、過去62年以上に及ぶ発掘調査成果とデータの管理、調査研究などの学術成果である。これらの成果が蓄積されていたからこそ実現できたものである。

史跡等の活用は、本アプリの使用など小規模であっても、コンテンツ（活用促進の各種事業）の配列や組合せの考慮により、学習面、地域振興面、観光振興等でも十分な効果が発揮できるものである。また、デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用は、従前の史跡等の活用方法を一変させるものと考えられる。

今後の事業展開に期待が膨らむが、反面、危険性も感じた。これらの最新機器の多用により、史跡保護の本質である現地保存や公有化、現地の整備復元などが閉ざされてはならない。特に保存問題には、注意を払う必要がある。安易な多用化には、警鐘を鳴らすとともに、一定の指針的なものが必要とも考えられる。

そして、最新の機器や情報であっても、それは一時のことで、常に更新を念頭に入れ、「活用するのは『人』」であることを忘れてはならない。

〔追記〕

本文提出後間もない平成28年８月初旬、地方創生加速化交付金対象事業として「歴史資源のデジタルコンテンツ化業務」が採択された。本業務は、史跡「乙訓古墳群」の内『物集女車塚古墳』について、最新のデジタルコンテンツを用い楽しく学べ、若者もみたくなる魅力的なスマートフォン・タブレット端末向けアプリケーションを作成するものである。

本事業が採択されたのも、奈良文化財研究所での研修会等において、デジタルコンテンツを用いた多彩な活用方法を情報交換できていたからである。改めて、奈良文化財研究所の内田室長をはじめ遺跡整備研究室の方々、本研究集会参加諸氏に厚くお礼を申し上げます。

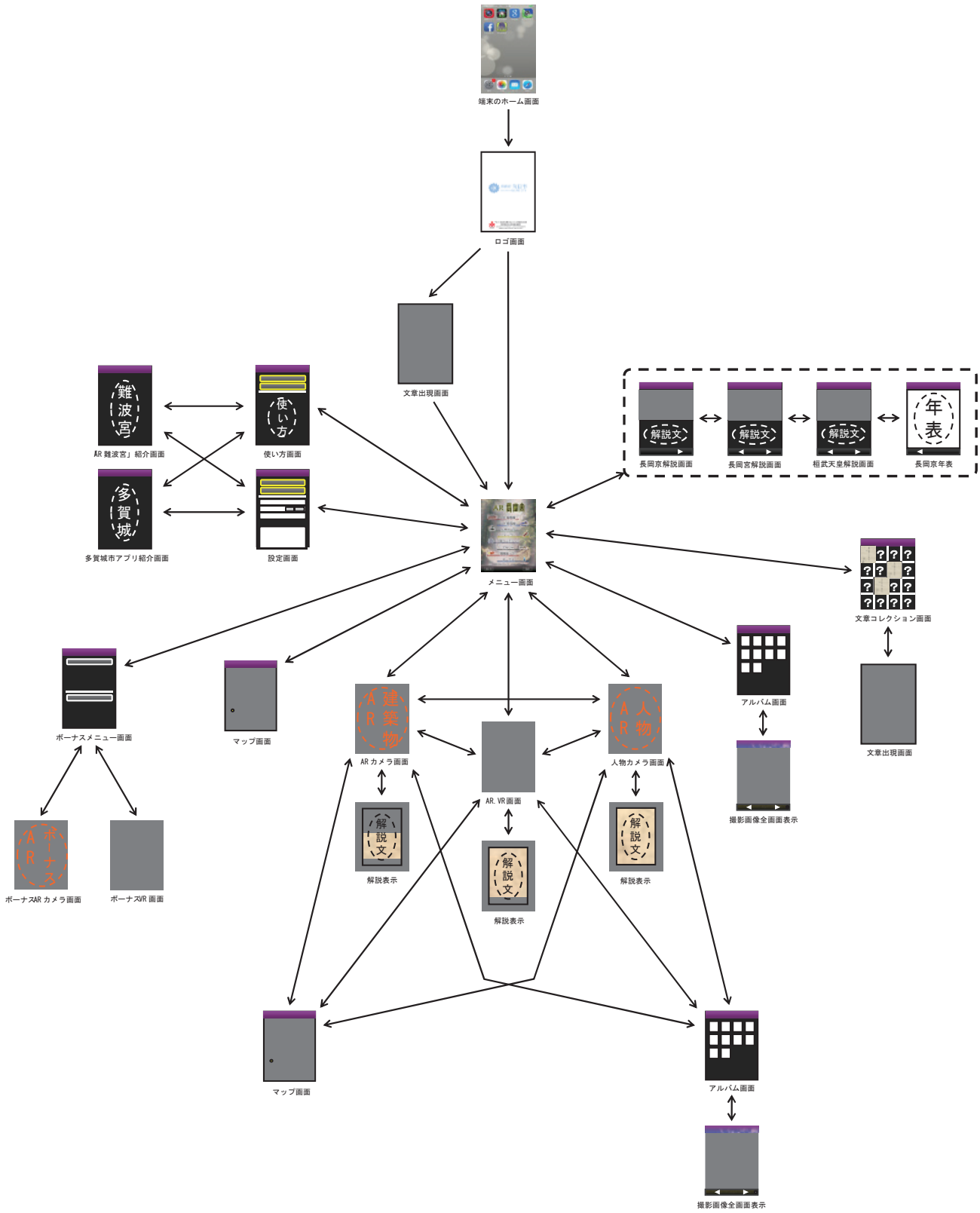


図42　AR長岡宮画面内容構成図

※本図は、完成２か月前に全体像を再確認するために作成したものである。

表１　AR長岡宮　AR/VRリスト（朝堂院・大極殿地区）

名称	地区	場所	モード	復元・体感		建物	人物	動物	その他	出現物	通常	特記	備考
史跡長岡宮跡	朝堂院西第四堂・朝堂院南門・回廊・楼閣地区	朝堂院公園	AR	建物	4	4				朝堂西第四堂、南門、翔鸞楼、回廊（３Dモデル）	○	←	
			VR	建物	1	1				朝堂院全体（３Dモデル）	○	←	
			AR VR 両方	動物	1			1		がま蛙（３Dモデル）	１匹	５月７日 10匹	増殖
				動物	1			1		白烏(カラス)（３Dモデル）	－	５月24日 １羽	特定日のみ出現
				動物	1			1		白鹿（３Dモデル）	１頭	11月11日 ２頭	増殖
				動物	1			1		赤眼の白ねずみ（３Dモデル）	１匹	９月16日 ３匹	増殖
				その他	1				1	金星（２D画像）	－	７月８日 朝６時～夕方４時	特定日のみ出現 特定方向に出現　南東
			人物カメラ	人物	1		1			藤原種継（２D画像）	○	←	
				人物	1		1			百済王明信（２D画像）	○	←	
				人物	1		1			坂上田村麻呂（２D画像）	○	←	
				人物	1		1			騎馬で走る坂上田村麻呂（３Dモデル）	○		
				動物	1			1				←	
				その他	1				1	霊（２D画像）		毎日 午後４時～朝６時	特定方向に出現 鬼門方向
			小計	4 モード	16	5	4	5	2				
史跡長岡宮跡	大極殿・小安殿・宝幢・閤門地区	大極殿公園（大極殿院南門跡地含む）	AR	建物	6	6				大極殿、小安殿、後門、登楼、閤門、閤門付近の回廊（３Dモデル）	○	←	
				建物	1	1				上記＋宝幢（３Dモデル）（７基）	○＋	毎月１日 11月11日	特定日のみ出現
			VR	建物	1	1				大極殿院、朝堂院全体（３Dモデル）	○	←	
			AR+VR +ムービー	人物	7		7			桓武天皇アニメーションムービー 桓武天皇と女官６人	○	規定の範囲のみ 大極殿高御座	特定の場所のみ高御座ボタンをタップ
			AR VR 両方	動物	1			1		赤雀の出現（３Dモデル）	２羽	５月19日 ４羽	増殖
				動物	1			1		白雀の出現（３Dモデル）	－	６月21日 ２羽	特定日のみ出現
				動物	1			1		白雉の出現（３Dモデル）	－	４月16日 １羽	特定日のみ出現
				動物	1			1		赤眼の白ねずみの出現（３Dモデル）	１匹	９月16日 ３匹	増殖
				その他	1				1	金星（２D画像）	－	７月８日 朝６時～夕方４時	特定日のみ出現 特定方向に出現　南東
			人物カメラ	人物	1		1			桓武天皇（２D画像）	○	←	
				人物	1		1			坂上田村麻呂（２D画像）	○	←	
				人物	1		1			桓武天皇・百済王明信・藤原種継・坂上田村麻呂集合画像（２D画像）	○	←	
				その他	1				1	霊（２D画像）		毎日 午後４時～朝６時	特定方向に出現 鬼門方向
			小計	4 モード	24	8	10	4	2				

表２　AR長岡宮　AR/VRリスト（内裏内郭築地回廊・築地地区）

名称	地区	場所	モード	復元・体感		建物	人物	動物	その他	出現物	通常	特記	備考
史跡長岡宮跡	内裏内郭築地回廊地区	内裏公園	AR	建物	2	2				内裏内郭築地回廊、篝（かがり）（３Dモデル）	○	←	
				建物	1	1				ひな壇上に築かれた長岡宮大極殿院と朝堂院（２D画像）	○	特定方向に出現 ←	大極殿院と朝堂院は、土地の高低差がわかるようにやや見上げる
				その他	0				1	篝（かがり）にかがり火点灯（３Dモデル）	○	毎日 午後４時～朝６時	燃える 特定の時間のみ出現
				動物	1			1		白雀（３Dモデル）	－	７月22日 １匹	特定日のみ出現
				動物	1			1		赤眼の白ねずみ（３Dモデル）	１匹	９月16日 ５匹	増殖
				その他	1				1	金星（２D画像）	－	７月８日 朝６時～夕方４時	特定日のみ出現 特定方向に出現　南東
			人物カメラ	人物	1	1				百済王明信（２D画像）	○	←	
				その他	1				1	霊（２D画像）		毎日 午後４時～朝６時	特定方向に出現 鬼門方向
			小計	２ モード	9	4	0	2	3				
史跡長岡宮	築地地区	築地跡	AR	建物	1	1				築地（３Dモデル）	○	←	
				動物	1			1		赤烏（カラス）（３Dモデル）	１匹	６月12日 10羽	増殖
				その他	1				1	金星（２D画像）	－	７月８日 朝６時～夕方４時	特定日のみ出現 特定方向に出現　南東
			小計	１ モード	3	1	0	1	1				
史跡長岡宮跡	どこででも	ボーナス	AR	建物	4	4				朝堂院南門、回廊、翔鸞楼、栖鳳楼（３Dモデル）	○		（マーカー対応で出現）
				人物	1		1			騎馬で走る坂上田村麻呂（３Dモデル）	○		
				動物	1			1					
			VR	建物	1	1				朝堂院全体（３Dモデル）			朝堂院の中央地点から見る光景のみ
			小計	１ モード	7	5	1	1	0				
史跡指定地４箇所 どこででも１		合計		６ モード	59	23	15	13	8				

※本一覧表は、配信初年度のものである。次年度には、「どこででも　ボーナス」で長岡宮内裏正殿を復元している。

AR 長岡宮　使い方マニュアル

平成 26 年 3 月　事業成果品を一部改正
貸出し用タブレットの使い方として

1. Android タブレット（Nexus7）の起動

画面右上の小さな電源ボタンを押します。
（つかない場合は５秒ほど長押ししてください）

マニュアルＰ１

2. アプリ「AR 長岡宮」を起動する

1）　起動したらロックを外します。

カギのマークを指で押さえたまま、
画面の外側に動かします。
（机の上のおはじきを動かす感じです。）

2）「AR 長岡宮」のアイコンをタップ。
（押して下さい。）

これが「AR 長岡宮」のアイコンです。

マニュアルＰ２

3. 「AR 長岡宮」を使う

「ＡＲ長岡宮」→マニュアルＰ４へ
「ＶＲ長岡宮」→マニュアルＰ５へ
「人物カメラ」→マニュアルＰ６へ
AR、VR、人物カメラにて
出現するものの一覧　→マニュアルＰ７へ
「マップ」　→マニュアルＰ８へ
「文章コレクション」→マニュアルＰ９へ
「アルバム」　→マニュアルＰ１０へ
「長岡宮って？」→マニュアルＰ11 へ
「ボーナス」　→マニュアルＰ12 へ
「使い方」→マニュアルＰ14 へ
「設定」→マニュアルＰ13 へ

本アプリは、京都府向日市内の４つの史跡エリアで "在りし日の古代宮都「長岡宮」" を再現し、今、目の前に長岡宮が存在しているかのような体験ができるアプリケーションです。
※天候のよくない日はＧＰＳの精度が落ちますので、グラフィックの表示位置がずれることがあります。

マニュアルＰ３

■ＡＲ長岡宮■

史跡に指定された朝堂院公園、大極殿公園、内裏公園、築地跡にて楽しむモードです。カメラに映る現実の光景の中に、長岡宮の当時の建築物が原寸大で原位置に出現します。

CG の表示・非表示ボタン
（内裏公園）
内裏公園で出現する内裏内郭築地回廊の表示・非表示を切り替えることで、回廊の向こうの大極殿院と朝堂院の画像を一望できます。

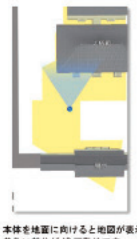
動画再生ボタン
（大極殿公園）
大極殿の高御座の手前に行くとこのボタンが出現し、タップすると極武天皇のムービーが出現します。

戻るボタン

撮影ボタン
撮影した画像はアルバム（マニュアルＰ１０参照）に収録されます。

情報ボタン
画面中央に建物が表示されたときに情報ボタンが緑に光り、光っているときだけタップできます。

モード切替ボタン



本体を地面に向けると地図が表示されます。
黄色い部分が AR 可能地です。

「AR 難波宮」
（マニュアルＰ14 へ）

マニュアルＰ４

■ＶＲ長岡宮■

朝堂院公園、大極殿公園にて楽しむモードです。　フルＣＧで在りし日の長岡宮が復元されます。　復元された長岡宮内を歩き回ってみてください。（歩く際には、周囲や足元に十分ご注意ください。）

本体を地面に向けると地図が表示されます。
黄色い部分が VR 可動地です。

マニュアルＰ５

■人物カメラ■

朝堂院公園、大極殿公園、内裏公園にて楽しむモードです。　長岡宮に関連する人物が公園内の特定の場所にＡＲで出現します。　一緒に記念撮影をすることもできます。

本体を地面に向けると地図が表示されます
黄の所が人物の出現ポイントです。

マニュアルＰ６

■ＡＲ・ＶＲ・人物カメラにて出現するものの一覧■

場所	モード	出現物
朝堂院公園	AR	・朝堂西第四堂、南門、翔鸞楼、回廊（3D モデル）
	VR	・朝堂院全体（3D モデル）
	AR と VR の両方	・がま蛙（3D モデル）（通常は１匹。５月７日のみ 10 匹） ・白鳥（カラス）（3D モデル）（５月 24 日のみ出現。１羽） ・白鹿（3D モデル）（通常は１頭。11 月 11 日のみ２頭） ・赤眼の白ねずみ（3D モデル）（通常は１匹。９月 16 日のみ３匹） ・金星（2D 画像）（７月８日の朝６時～夕方４時に南東方向に出現）
	人物カメラ	・藤原種継（2D 画像） ・百済王明信（2D 画像） ・坂上田村麻呂（2D 画像） ・雷（2D 画像）（鬼門方向から。午後４時～朝６時に出現） ・騎馬で走る坂上田村麻呂（3D モデル）
大極殿公園（閤門跡地含む）	AR	・大極殿、小安殿、宝幢（７本全部）、後門、閤門、閤門付近の回廊（3D モデル） →　宝幢の出現は、毎月１日と 11 月 11 日のみ。
	VR	・大極殿院、朝堂院全体（3D モデル）
	AR と VR の両方	・桓武天皇と女官６人のアニメーションムービー（大極殿高御座の範囲内でボタンタップによって出現） ・AR による赤雀の出現（3D モデル）（通常は２羽。５月 19 日のみ４羽） ・AR による白雀の出現（3D モデル）（６月 21 日のみ出現。２羽） ・AR による白雉の出現（3D モデル）（４月 16 日のみ出現。１羽） ・AR による赤眼の白ねずみの出現（3D モデル）（通常は１匹。９月 16 日のみ３匹） ・AR による金星の出現（2D 画像）（７月８日の朝６時～夕方４時に南東方向に出現）
	人物カメラ	・桓武天皇（2D 画像） ・坂上田村麻呂（2D 画像） ・桓武天皇・百済王明信・藤原種継・坂上田村麻呂集合画像（2D 画像） ・雷（2D 画像）（鬼門方向から。午後４時～朝６時に出現）
内裏公園	AR	・内裏内郭築地回廊、篝（かがり）（3D モデル）、大極殿院と朝堂院（2D 画像） →　かがり火は午後４時～朝６時に燃える。 ・白雀（3D モデル）（７月 22 日のみ出現） ・赤眼の白ねずみ（3D モデル）（通常は１匹。９月 16 日のみ５匹） ・金星（2D 画像）（７月８日の朝６時～夕方４時に南東方向に出現）
	人物カメラ	・百済王明信（2D 画像） ・雷（2D 画像）（鬼門方向から。午後４時～朝６時に出現）
築地跡	AR	・築地（3D モデル） ・赤鳥（カラス）（3D モデル）（通常は１羽。６月 12 日のみ 10 羽） ・金星（2D 画像）（７月８日の朝６時～夕方４時に南東方向に出現）
ボーナス	AR	・朝堂院南門、回廊、翔鸞楼、栖鳳楼（3D モデル）（マーカー対応で出現） ・騎馬で走る坂上田村麻呂（3D モデル）（マーカー対応で出現）
	VR	・朝堂院全体（3D モデル） →　歩き回ることはできず、朝堂院の中央地点から見る光景のみ。

※昼景と夜景が変わる時間は朝夕の６時です。

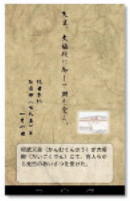
マニュアルＰ７

■マップ■

本アプリを楽しむことのできる４つの史跡エリア（朝堂院公園、大極殿公園、内裏公園、築地跡）が表示されます。また、本アプリ可動範囲だけでなく、史跡指定範囲もわかります。

マニュアルＰ８

■文章コレクション■



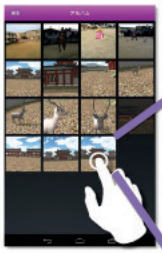
特定の日に本アプリを起動すると、続日本紀などの史書に掲載された長岡宮に関連した文章が出現します。

出現した文章は「文章コレクション」に収録されていきます。

月日	出現文章一覧
1月1日	天皇、大極殿に御して朝を受く。
1月15日	遷都のあ、大納言藤原小黒麻呂らを山背国乙訓郡の宇太村に遣わす。
1月21日	天皇、宮を解体せんとし、東院へ遷る。
2月27日	天皇、西宮より還りて、はじめて宮殿に御す。
3月10日	皇后藤原乙牟漏、崩ず。
4月28日	天皇、新宮を巡覧す。
5月13日	葛原親王、乙訓寺へ幽閉され、自ら飲食を断つ。
6月10日	藤原種継ら、造長岡宮使に任ず。
6月10日	安殿皇太子の病、崇道天皇の祟りと出る。
7月1日	長岡京の東西市、新宮に遷る。
8月11日	天皇、春日地に行幸し、泉水を覧す。
9月3日	安殿皇太子病気のあ、京下七寺に於いて讃経さる。
9月23日	藤原種継、射に射られ、絶命さる。
9月26日	水路使有りて、都を長岡に遷つ。
9月28日	早良親王、乙訓寺へ幽閉され、自ら飲食を断つ。
10月8日	詔、水路の怪を以って、この由に都を遷す。
10月22日	天皇、車駕により新宮へ遷る。
11月11日	天皇、長岡の都に幸す。
11月25日	安殿親王を皇太子とあす。
12月7日	征東大将軍紀古佐美、帰朝し、斬刑を賜る。

マニュアルP9

■アルバム■



本アプリを使って撮影した写真が入るアルバムです。

写真を指で押すと、全画面で表示されます。

削除ボタン

写真の切り替えボタン

スワイプ操作で（帳面をめくるような感じです）写真を切り替えることができます。

マニュアルP10

■長岡宮って？■

長岡宮、長岡京、桓武天皇の解説と、年表が表示されます。

解説の切り替えボタン

スワイプ操作でも切り替えられます。（帳面をめくるような感じです。）

年表や解説文はスワイプ操作で下まで見ることができます。

マニュアルP11

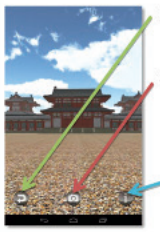
■ボーナス■

＜ボーナスＡＲ＞

マーカーを映すと長岡宮のとある建築物が出現します。
マーカーは、パンフレットにて公開しています。

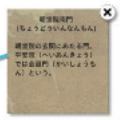
＜ボーナスＶＲ＞

朝堂院の中心からの光景を楽しむことができます。現地に行かなくても楽しむことができますが、ボーナスＶＲ画面中では歩くことはできません。



戻るボタン（メニュー画面に戻ります。）

カメラ撮影ボタン（アルバムに追加されます。）



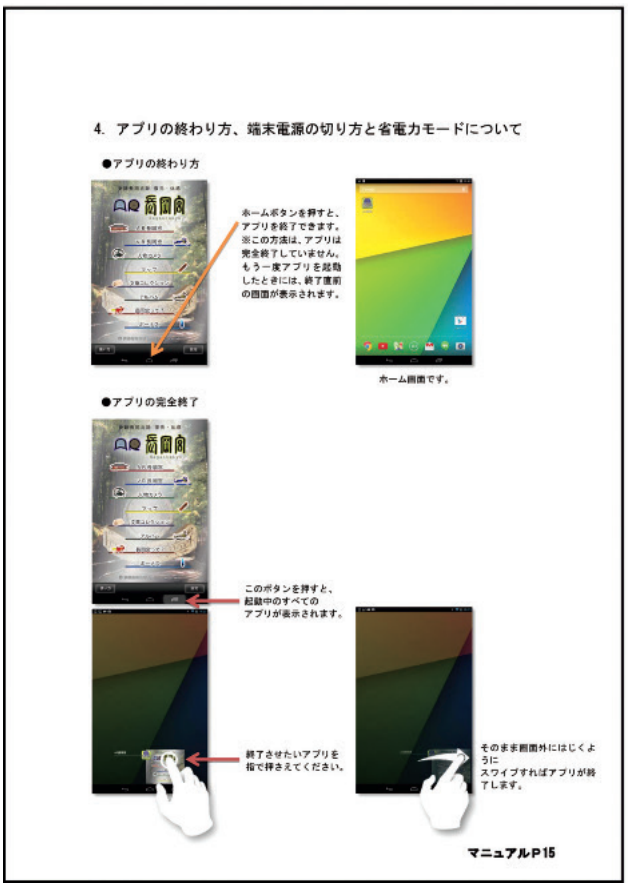
情報ボタン

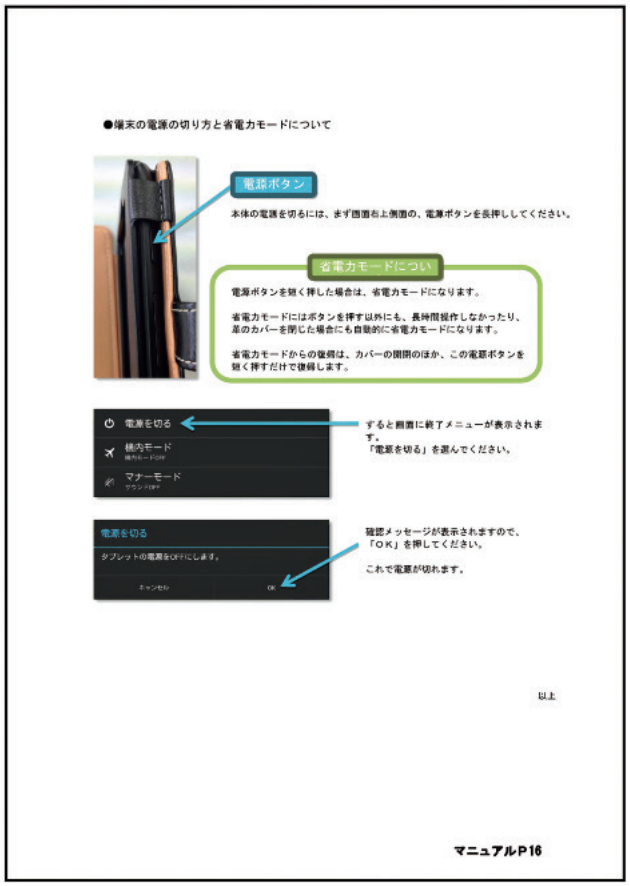
時間によって風景が変わります。
※昼景と夜景が変わる時間は朝夕の６時です。

マニュアルP12

■設定■
各種設定を変更することができます。
戻る
設定
言語
日本語
サウンド
ON
文章コレクション初期化
サウンドのオン・オフを切り替えます。但し、カメラのシャッター音（撮影音）はオフになりません。
文章コレクション（P９参照）を初期化します。
言語
日本語
English
繁體中文
中文简体
한글
キャンセル
言語を切り替えることができます。
マニュアルP13

■使い方■
本アプリの使い方が表示されます。
「AR 難波宮」のご紹介を押すと、「AR 難波宮」の紹介画面に移ります。
■「AR 難波宮」のご紹介■
「AR 難波宮」の紹介画面です。インターネットに接続していれば、「AR 難波宮」のダウンロードもできます。
「AR難波宮」のダウンロードはこちら
ここをタップすると Google Play の「AR 難波宮」のダウンロードページが起動します。（インターネット接続時のみ）
マニュアルP14


4. アプリの終わり方、端末電源の切り方と省電力モードについて
●アプリの終わり方
ホームボタンを押すと、アプリを終了できます。※この方法は、アプリは完全終了していません。もう一度アプリを起動したときには、終了直前の画面が表示されます。
ホーム画面です。
●アプリの完全終了
このボタンを押すと、起動中のすべてのアプリが表示されます。
終了させたいアプリを指で押さえてください。
そのまま画面外にはじくようにスワイプすればアプリが終了します。
マニュアルP15


●端末の電源の切り方と省電力モードについて
電源ボタン
本体の電源を切るには、まず画面右上側面の、電源ボタンを長押ししてください。
省電力モードについ
電源ボタンを短く押した場合は、省電力モードになります。
省電力モードにはボタンを押す以外にも、長時間操作しなかったり、革のカバーを閉じた場合にも自動的に省電力モードになります。
省電力モードからの復帰は、カバーの開閉のほか、この電源ボタンを短く押すだけで復帰します。
電源を切る
機内モード
マナーモード
すると画面に終了メニューが表示されます。「電源を切る」を選んでください。
電源を切る
タブレットの電源をOFFにします。
キャンセル
OK
確認メッセージが表示されますので、「OK」を押してください。
これで電源が切れます。
以上
マニュアルP16

デジタルコンテンツを活用したガイドツアー

― 鴻臚館・福岡城バーチャル時空散歩の運営 ―

中村啓太郎（福岡市経済観光文化局文化財保護課）

１．はじめに

（１）福岡城跡・鴻臚館跡の概要

福岡城は黒田長政が慶長５年（1601）から７年の歳月をかけ築いた城で、城名は黒田家の故地である備前国邑久郡福岡に因んでいる。

城郭は博多湾に面した丘陵の先端部に立地した梯郭式の平山城で、城内には50近くの櫓と10余の門が配された。

明治時代に入ると三ノ丸が県庁となり、その後は陸軍が駐屯した。戦後はその大半を都市公園として整備され、市民の憩いの場として活用されている。昭和32年に国史跡に指定され、歴史的建造物や石垣の保存修理を進めてきた。

昭和62年、野球場の改修工事の際に鴻臚館が発見された。鴻臚館は唐や新羅の外交使節や商人をもてなすとともに、日本の外交使節である遣唐使や遣新羅使の送迎にも使用された古代の外交施設である（図１）。同様の施設は平安京、難波にも設けられたが、遺構が確認されたのは筑紫の鴻臚館のみである。７世紀後半から11世紀後半にかけて対外交渉の窓口としての役割を果たした。

平成16年に史跡鴻臚館跡として指定されたが、その範囲は先に指定された福岡城跡の三ノ丸の一部にあたり、２重の指定となっている（図２）。

（２）活用に至る経緯

福岡市では歴史・文化遺産を観光資源としても活用するため、平成24年４月１日に文化財部局を教育委員会から経済観光文化局へと移管した。都心部に位置し、広大な公園としても利用されている福岡城跡と鴻臚館跡はともにその中心に位置付けられ、史跡の本質的価値を保全しながら、多様な活用への対応が求められた。

福岡城跡は広大な面積に対して縄張り、石垣はよく残っているものの、往時に存在した櫓や門は、現在、僅かに残るのみである。２カ年で整備基本計画

図１　福岡城跡・鴻臚館跡全景

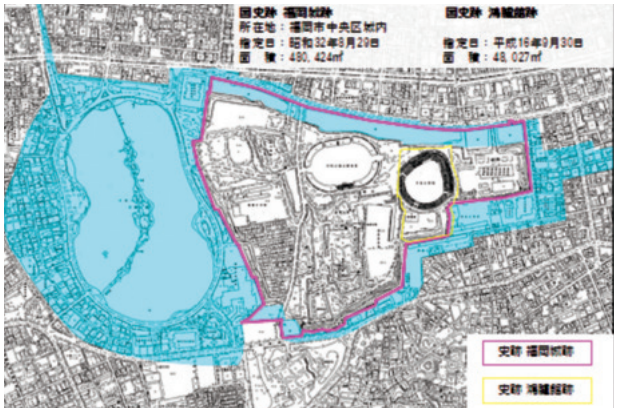


図２　史跡福岡城跡・鴻臚館跡の範囲

を策定し、整備に着手する予定であったが、整備された姿が見られるには相当の時間が見込まれた。また復元建造物については、根拠となる資料が少なく復元できるものは限られている。

鴻臚館跡は遺構が確認されて以降、20年以上調査を行い、多くの成果を得ていたものの全容解明には至っておらず、整備活用の方向性は定まっていなかった。こうした状況の中では来訪者が遺跡本来の姿を思い浮かべ理解することは難しく、「文化財を観光にも活かす」方針のもと、デジタル技術を活用した集客施策を企画した。

「鴻臚館・福岡城バーチャル時空散歩」はストーリー性のある史跡回遊システムとし、事業を観光部門、監修を文化財部門とし、平成25年５月に実施した（図３）。

また、文化財部門では別に、市内に点在する歴史・文化遺産を観光や地域振興に活用するため、指定、未指定に関わらず文化財をストーリーやテーマを踏まえた歴史・文化遺産を巡る「福岡歴史なび」を平成25年７月に運用開始した。これも併せて報告する。

いずれも委託事業者はプロポーザル方式による提案競技で選定した。

２．活用の状況

（1）鴻臚館・福岡城バーチャル時空散歩

鴻臚館跡・福岡城跡において、その魅力や集客力を更に向上させるため、デジタル技術を活用して、市民や観光客等が当時の情景や歴史のストーリーを感じながらエリアを回遊できるような仕組みを構築することを目的として鴻臚館と福岡城の２つのコースから構成される。一方のコースだけ、あるいは２コースとも選択することができる。

制作から運営までの体制は図４に示したように観光部門が企画、文化財部門が監修を行い委託事業者に発注し制作した。運営は観光部門から城内案内施設の管理事業者へタブレットの貸し出しや機材の保管等を委託した。

ストーリーの時代は江戸初期、存在が謎である天守閣を中心に、一旦建設した天守閣を短期間で解体するものとして描かれている。やや偏ったものではが、当時の黒田家と徳川家の関係や社会状況を説明することで歴史的背景を理解してもらえるよう努めている。また解説の最後に天守閣の存在については解明できていないことを改めて説明している。

図３　ガイドツアーパンフレット

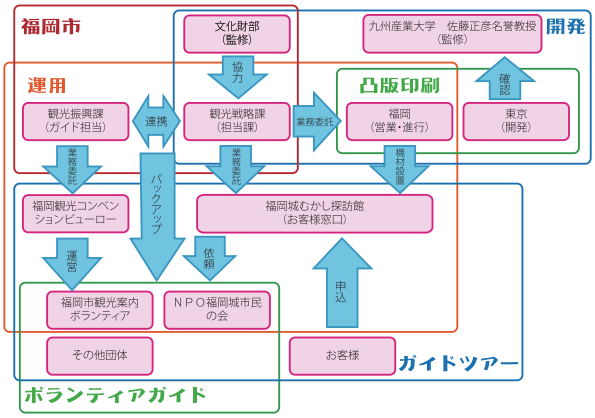


図４　運営体制図

運用方法は貸出タブレットを手に、ボランティアガイドの案内によりエリア内を散策する仕組みとしている。１名～40名程度の利用を想定し、ガイド料を１人500円に設定し、ボランティアガイドの経費の一部に充てるものとした。

図５のように、タブレットは下に向けると古地図が現れ現在地を示し、VRポイントで上に向けるとVRや解説画面となる（図５）。

１）福岡城

基本散策時間は２時間程度とし、福岡城むかし探訪館（案内施設）を起点とする。オープニングムービーが始まり、ストーリーのイントロダクションとなる。ガイドの案内により探索ポイントに到着すると、解説や動画を表示する（図６）。動画は天守の謎や黒田官兵衛、長政の業績などについて、歴史のストーリーを感じることができる内容とした。VRポイントは天守台を中心に110か所ほど主要な櫓や門のCG画像を360°自由に見回すことができるポイントを設定した。観光部門と文化財部門で意見が分かれたところであるが、先にも述べた存在が不明な天守閣については、学識経験者の意見をもとに推定のCG映像も制作した。

当初の企画ではARを想定していたが、樹木等で石垣もはっきり見えない状況からVRに変更した経緯がある。なお、雨天時はGPS機能を解除した室内用プログラムで、福岡城むかし探訪館内だけの利用としている。

２）鴻臚館

基本散策時間は１時間程度とし、福岡城むかし探訪館を起点とする。鴻臚館跡広場及び鴻臚館跡展示館内では、鴻臚館の画像を360°自由に見回すポイントを設定する。

鴻臚館跡展示館はもともと平成元年に開催されたアジア太平洋博覧会において鴻臚館の遺構や遺物を発見時の姿のまま公開するための６カ月限定の仮設覆屋として建設されたものであったが、期間中に10万人を超える入場者や継続展示の要望があったことから、常設になったものである。現在の展示館（図

図５　タブレットの画面の切り替え

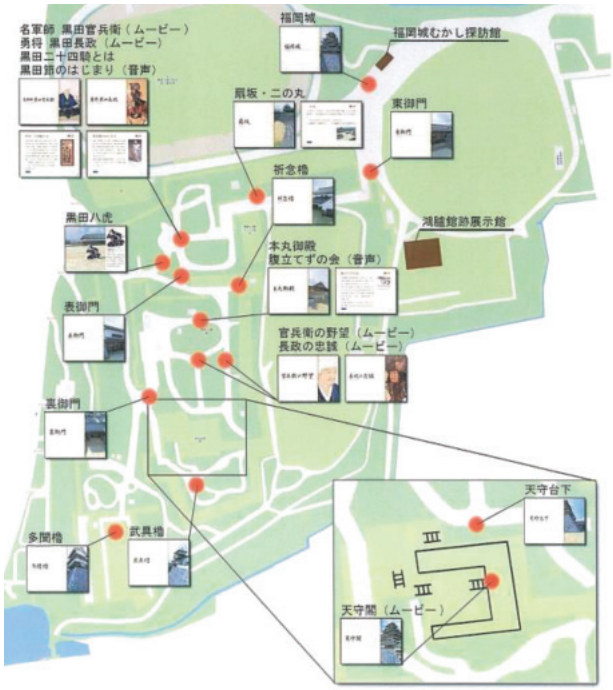


図６　福岡城ルート

図７　鴻臚館跡展示館

７）は平成７年度に建て替えられたもので、遺構の露出展示に加え、原寸大模型を設置し、遺構と建造物の関係が一目で理解できるようになっている。この閉ざされた空間で礎石などの遺構が見られることは福岡城と異なり、ARを導入することに好条件であった。

展示館に到着すると最初に入口で、鴻臚館について利用者が理解できるように、概要をプロジェクターによりスクリーン投影を行い、その後館内を進んでいく。館内７か所にARポイントを設定し、マーカーを読み込むと陶器の破片から完形の壷が浮かび上がったり、建物などの画像が表示される（図８）。

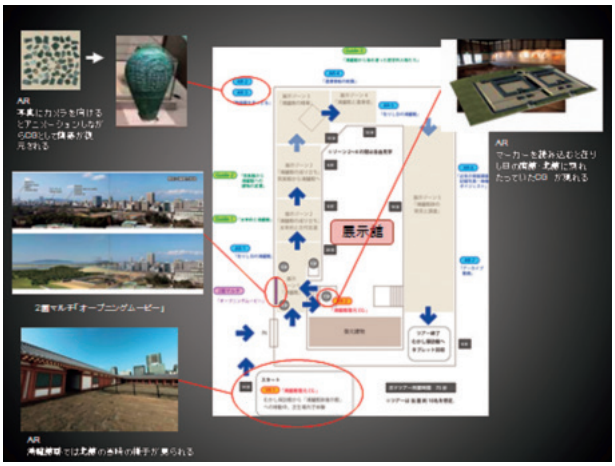


図８　鴻臚館ルート

（２）福岡歴史なび

福岡歴史なびは、市内の文化財をまち歩きしながら巡るためのスマートフォン専用アプリで、福岡城を含めた16コースから構成される。iPhone、Android、どちらにも対応しており、各ストアから無料でダウンロードできる。平成24年度にルート設定、アプリを開発し、翌年度より順次ルートを追加している。平成28年７月現在、９コースが利用可能となっている（図９※平成27年度に志賀島－金印ルート追加）。

この福岡歴史なびのベースとして、平成９年度から文化財活用ネットワーク事業として推進してきたものの見直しが基本となっている。同事業では「文化財周遊コース」の設定、「文化財巡りガイドブック」の作成などに取り組んできた。当時としては指定、未指定に関わらず地域ごとのコースを設定したことは先進的であったが、15年が経過し現在では地域の歴史を語るストーリーが求められるようにな

図９　運用中の福岡歴史なびルート図

り、見直すこととした。またガイドブックもわかりやすくコンパクトで持ち運びに便利であったが、技術の進展に伴い、スマートフォンを活用することとした。

コースの見直しを行うにあたり、「アジアの交流拠点都市として発展してきた福岡の歴史・文化遺産まち歩き」のコンセプトを掲げ、以下の10のストーリーを設定した。

福岡のあけぼの（１コース）
金印（１コース）
記紀と対外交流（２コース）
福岡の古墳時代（１コース）
鴻臚館
中世博多の繁栄（１コース）
蒙古襲来（３コース）
福岡城と城下町（４コース）
唐津街道と宿場町（２コース）
近代化遺産（１コース）

コース設定は、歴史・文化遺産まち歩きのストーリーとその核となる歴史・文化遺産の設定し、それを中心にまち歩きのテーマとルートを組み立て、地域に位置する歴史・文化遺産についてもストーリーやテーマと関連付けながら個性あふれるまち歩きのテーマやルート設定となるように心がけた。基本的な利用方法は画面の散策コース一覧からルートを選び、表示された地図で現在地、ルート、目的地を確認し、チェックイン後散策を開始する。地図上のアイコンをタップし、文化財の説明、写真が閲覧しながらルートを進んでいくというものである。それぞれのスポットでは普段公開していない場所などをVRで見ることや、クイズが出題され楽しみながら文化財を散策できるよう工夫した。このアプリを多くの方に利用してもらうための方策として、株式会社レベルファイブの協力を得てキャラクターのレイトン教授を使用させていただいた（図10）。

図10　福岡歴史なび

３．成果と課題

（１）成果

いずれも比較的早い時期に制作したため、マスコミで取り上げられる機会も多く、大きな話題づくりになった。また、事例調査に訪れる自治体も多数あった。鴻臚館・福岡城バーチャル時空散歩についてはボランティアガイドの方々に伺ったところ、「言葉での説明に加え、タブレットを見ることで理解が進む」、「ガイドの手助けになっている」、「実物とVRを対比することで理解が進む」、「VRを見た後に再度史跡を見て感動してもらえる」などの意見をいただいた。これまでのガイドに新たなツールが加わったことでガイドツアーの魅力が大いに向上した。これらを含め史跡整備の機運が醸成されたことは大きな成果である。

福岡歴史なびについては、ダウンロードの地域を見ると比較的関東、関西圏でのダウンロードが多く、福岡の様々な歴史・文遺遺産を知ってもらうことができた。また、有名ゲームキャラクターを使用したことで新たな層に知ってもらうきっかけができたと思われる。

（２）課題

開発時の課題としては、資料（福岡城古写真の有無等）の制約により建造物のCGに精度の差があげられる。古写真があるものについてはかなり正確な

復元となるが、絵図から推定したものは精度の低さは否めない。存在が確定していない天守閣や櫓についてCGのクオリティの高さゆえ、実在したと思う人やすぐにも復元が可能と思う人もいる。各建造物の根拠資料の質や量はそれぞれ違うが、完成したCGからその背景はわからない。

運営後の課題は、タブレットの個体差で方向のずれやARポイントで表示が出ないなど、ガイドによるグループの案内では支障となる場合がある。

予算の関係で鴻臚館・福岡城バーチャル時空散歩ではOSのバージョンアップに対応できておらず、タブレットの更新ができない状況にある。破損した場合は中古品で対応している。

利用者の動向としては、鴻臚館・福岡城バーチャル時空散歩、福岡歴史なびいずれも最近は需要が一巡したためか利用者数が減少している。福岡歴史なびでは毎年ルートを追加しているが、減少傾向は変わらず、新規性を高める必要がある。

4．おわりに

デジタルコンテンツの導入・展開は、整備手法に大きな影響を与える可能性がある。

遺跡の本質を伝える中心的な建造物の復元が困難でも、現地でARを活用することで来訪者に瞬時に理解し、感動してもらうことが可能になる。

例えば、折れ曲がった城の出入口部は、残った石垣だけではこの場所が何か理解することは難しいが、これに櫓門のCG画像を組み合わせたARを活用すれば簡単に理解することができよう。

歴史の重層性をわかりやすく理解するための切り札となる可能性もある。

福岡城と鴻臚館は史跡の一部が２重指定となっている。この部分の整備については長い間、どちらを優先するのか、時代も性格も違う史跡の景観をどうするのかといった議論が繰り返されてきた。

整備が進めば、大手門を抜けて三ノ丸に入ると整備された古代の鴻臚館が現れ、鴻臚館を抜ければ、二ノ丸の門が現れるといった景観が出現し、はじめての来訪者には理解が困難であろう。これも建造物復元にデジタルコンテンツを組み合わせることで解決できる。タブレットを見ればそこには家老屋敷が現れここが三ノ丸であることがわかる。また、実際の復元整備においては複数案の中から１案のみが復元されることになるが、これも他の復元案をその場で見ることも可能となり理解を促進することが可能となる。

観光部門と天守閣のCG化について協議を行っていた当時、「復元だけでなく、想像することすらできなのか。」と言われ考え込んだことがある。遺跡の中心的な建造物の復元が困難な現在、遺跡の置かれた状況に合わせ適切に利用することで、これからの保存・活用に大いに資するものと考える。

【補註および参考文献】

１）ガイドツアーのタイトルでは時代順に鴻臚館・福岡城としているが、コンテンツ制作においては福岡城を中心に企画したため、本稿の記述は福岡城・鴻臚館の順としている。

２）福岡市　2013『福岡 観光・集客戦略2013』

３）福岡市　2014『国史跡福岡城跡整備基本計画』

４）福岡市　2014『セントラルパーク構想』

５）福岡市　2015『国史跡鴻臚館跡整備基本構想』

基調講演

3D e-Heritageとクラウドミュージアム

大石　岳史（東京大学生産技術研究所）

1．はじめに

レーザスキャンによる３次元形状計測技術の発達により、実世界の３次元データが様々な分野で利用されるようになってきている。計測によって得られた３次元データは製品検査やリバースエンジニアリング、CGコンテンツ製作やテレビやゲームの素材としても広く活用されている。近年文化財の分野においても、写真や映像だけでなく、３次元デジタルデータによる記録も一般に行われるようになってきている。特にレーザスキャナーの発達により都市や遺跡といった非常に大規模な構造物を高い精度で３次元デジタル化することが可能となり、貴重な文化遺産が３次元的にアーカイブされる例も多くみられる。またアーカイブだけでなく、３次元データの解析により新たな知見を得る試みも行われるようになってきている。我々はこの３次元デジタルデータを３D e-Heritageと名付け、アーカイブから解析まで幅広い研究を進めている。

３次元データをモニタ上で見るだけでなく、実世界に直接重ねてタブレットやゴーグルなどで表示して見せるAR（Augmented Reality：拡張現実感）/MR（Mixed Reality：複合現実感）技術が広く認知されるようになってきている。MRは実世界と仮想世界の間全体を複合して表示する広義の意味であるのに対して、ARは実世界を部分的に拡張して仮想物体を表示する意味で用いられる。CGアニメーションやVRを用いた屋内での鑑賞は臨場感に乏しいという問題があるが、AR/MRでは実際の場所に立って現実の風景と併せて仮想世界を鑑賞できる。そのため、より高い臨場感を得ることが可能となっている。このAR/MR技術を用いることによって、建設予定の建物を見せたり、失われた風景を仮想的に復元して見せるなど、高い臨場感が求められる現場での需要が高まっている。

本稿では、３D e-Heritageとしてカンボジアアンコール遺跡群のバイヨン寺院、アンコールワットを例として、３次元デジタル技術とその応用についてプロジェクト概要とともに紹介していく[1)]。また得られた３次元データを美術史や建築といった異なる分野との連携によって解析することで様々な知見が得られることを示す。さらにAR/MR技術を中心として、遺跡地域全体をミュージアム化するクラウドミュージアムの概念について説明し、文化財の仮想復元展示技術、移動型MRシステムとそれを利用した奈良県明日香村での取り組みについて紹介する。

2．３D e-Heritage

高精度レーザレンジセンサを用いて、アンコール遺跡のような大規模かつ複雑な構造物を３次元デジタル化の技術についてここでは紹介する。図１に示すのは、カンボジア・バイヨン寺院であり、150m四方の敷地に建てられた石造りの巨大な建造物である。二重の回廊や51本の塔など、建築学的にも非常に複雑な構造物とされている。そのため、センサの制限により計測困難な箇所が多く、また得られた多数の部分データをどのように処理して完全な３次元モデルを生成するかというデータ処理技術も必要と

図１　カンボジアアンコール遺跡群バイヨン寺院

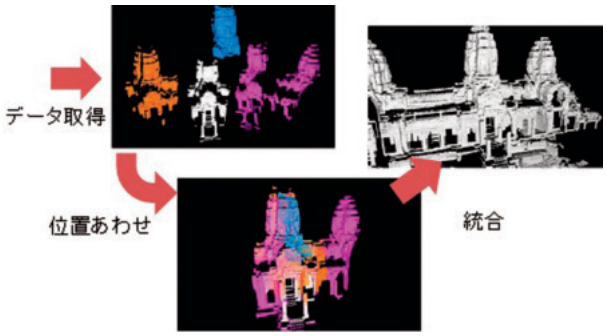


図２　レーザレンジセンサを用いた
3次元形状モデル化パイプライン

なる。

ここでは、このバイヨン寺院やアンコールワットを例として、大規模構造物のデジタル化について解説していく。レーザレンジセンサを用いた物体の形状取得は、おおまかに（１）データ取得、（２）位置あわせ、（３）統合の３つの処理からなっている（図２）。以下、各処理について説明していく。

（１）データ取得

実物体の形状を得るためには、まずレーザレンジセンサを用いて対象全体を複数回にわたって異なる方向、位置から計測する。レーザレンジセンサは可視領域つまりセンサから見える範囲しか計測できないため、対象全体の形状を得るためには、異なる位置から計測を行う必要がある。多くの従来型レンジセンサは、三脚などで地面に固定して計測を行う必要があるため、計測距離や画角の制限により見えない高所や狭い場所での計測は困難である。そこで、このような場所の形状を計測するために新たなセンサシステムを開発した。

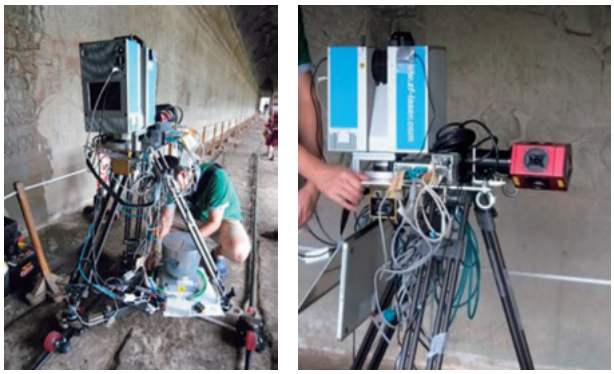


図３　レールセンサ

レールセンサ（Rail Sensor）

カンボジアの寺院の多くは回廊に囲まれており、この回廊に精密に刻まれたレリーフを高精度・高密度で計測する必要がある。一般に寺院は回廊とその内側の中央祠堂などの建物によって構成されている。この回廊に神話や当時の人々の様子などがレリーフとして刻まれており、これらのレリーフは神話や歴史を伝える貴重な文化遺産となっている。一方で、石で造られた寺院は風化、劣化が著しく、デジタル化して保存することは急務であると考えられている。

長い回廊のレリーフを計測する場合、既存センサでは様々な問題がある。長距離型センサを用いた場合、センサから遠くなるほどデータ解像度は低くなり、均一に計測することは難しい。一方、光切断法などによる近距離・高精度センサを用いた場合は、計測範囲が狭いことから、多量のデータを取得する必要があるため、計測時間・データ処理時間が膨大になるという問題もある。

そこで我々は図３に示すように、回廊上に敷いたレールの上を移動しながら計測するシステムを開発した[2)]。このレールセンサはプロファイラ（ラインスキャン）と全方位カメラによって構成されており、前者が表面形状を計測し、後者を併用することでスキャンラインごとのセンサシステムの位置姿勢推定を行っている。

図４　気球センサ

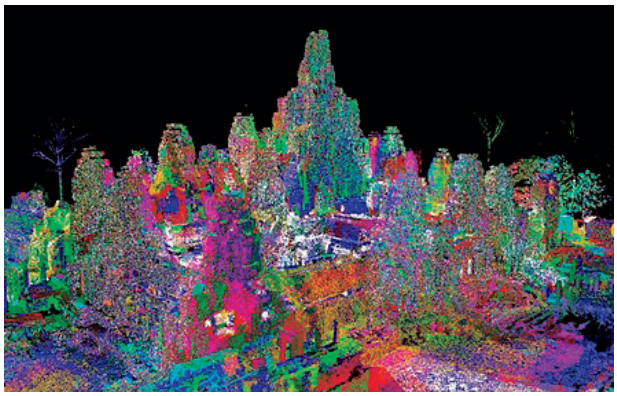


図５　バイヨン寺院データの位置合わせ結果

気球センサ（Balloon Sensor）

通常の地上固定型のセンサによる計測では、バイヨンやアンコールワットなどの大規模構造物の上部まで計測することは不可能である。大型のクレーンや足場は、設置場所に制限があり、安定性や景観の問題もあるため現実的ではない。そこで我々は空中から計測を行うため気球搭載型レーザレンジセンサを開発した[3、4、5]。このセンサは気球の下に高精度なレーザレンジセンサを吊り下げて、上空から計測を行うものである（図４）。レーザレンジセンサは１スキャンに数分を必要とする。気球は風などの外力により揺れるため、計測中のセンサーの移動にともなって得られる距離データには歪みが生じてしまう。この歪みを補正するために、センサにカメラを搭載して、映像と距離画像からセンサを動きを推定して距離画像の歪みを補正するアルゴリズムや[3、4]、地上データとラインのデータを合わせることによって、高精度に位置姿勢を推定する手法を開発した[5]。気球センサによって空中から得られたデータと、地上から得られたデータを統合することによって、巨大な構造物の完全な３次元モデルを生成することが可能となった。

（２）位置合わせ

レンジセンサによって様々な方向から得られた部分形状データはそれぞれ異なる座標系で記述されているため、相対位置姿勢を求めて一つの座標系で記述する必要がある。この処理は位置合わせと呼ばれる。位置合わせ手法としては、各部分形状モデルに含まれる頂点間で対応点を探索し、得られた対応点間の距離の総和が最小となるような相対位置姿勢を繰り返し求めるIterative Closest Point（ICP）が最も広く知られている。しかし、大規模な建造物の場合、非常に多くの部分形状データを位置合わせするため、逐次位置合わせでは誤差の蓄積によって大きな誤差が生じてしまう。

そこで、我々は多数の部分モデルを高速に同時位置合わせする手法を開発した[6]。この手法では、すべての部分データ間の誤差を同時に最小化している。さらに大規模なデータを扱うために、計算時間やメモリ使用量を考慮し、PCクラスタなどの分散メモリシステム上で並列に同時位置合わせする手法を開発した[7]。これらの手法によって、多量のデータを高精度に位置合わせすることが可能になった。図５に示すのは約2000箇所からバイヨン寺院を計測したデータを位置合わせした結果である。

（３）統合

最後に、位置合わせされた複数の部分データを統合して、一つのメッシュモデルを生成する。複数の部分モデル間には重なりや解像度のばらつきがあるため、重なりを取り除いて、正則化された一つのメッシュデータに変換する。正則なメッシュモデルを得るためには、空間を均等なボクセルに区切って表現するボリューメトリックな手法が適している[8]。この手法では、複数の部分メッシュデータを互いの整

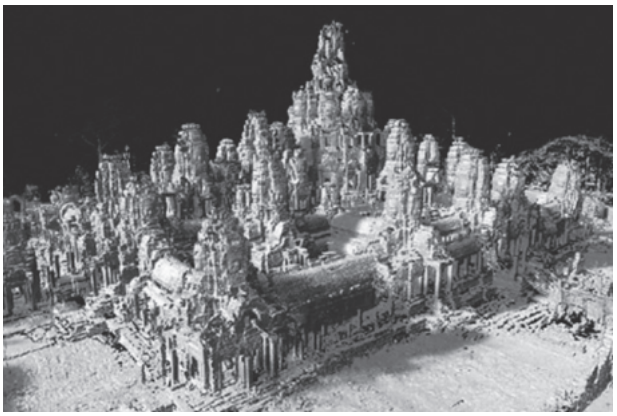


図６　バイヨン寺院の3次元モデル

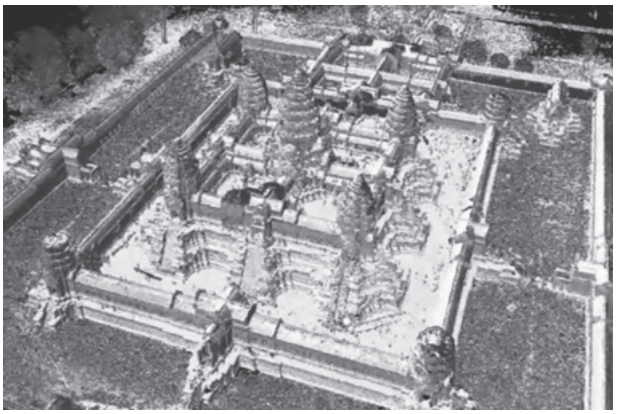


図７　アンコールワットの3次元モデル

合性を取りながら一つのボクセル空間に投影し、ボクセルからの符号付距離による陰関数表現によって統合を行う。複数の異なるセンサから得られたデータを統合するためには、各センサの信頼度を用いて重みづけすることで、選択的により高精度なデータを生成することができる。得られたボリュームデータはボクセルの格子間をつなぐマーチングキューブ法を用いて再びメッシュデータに変換される。大規模データを扱う際には位置合わせと同様に計算時間、メモリ使用量が大きくなるため、並列化したボリューメトリックな統合手法を開発した[9)]。

（４）デジタル化結果

図６に示すのはバイヨン寺院全体を３次元モデル化した結果である。一般的なレーザレンジセンサCyrax2500、HDS3000、Imager5003に加えて、気球センサなどによるデータが統合されている。再構成データの解像度は統合時のボリュームデータの解像度によって変化する。この画像で示される３次元データの物体表面での解像度は約２cmである。センサの計測精度が１cm程度であるため、十分な解像度のデータが得られていると考えられる。取得した３次元データは、展示だけでなく、考古学的な解析や、寺院の保存修復のための様々な基礎資料として実際に利用されている。

図７に示すのはアンコールワットをデジタル化した結果である。アンコールワットでは、カンボジア政府組織であるAPSARA機構との連携により技術移転を行い、現在もカンボジア人スタッフによって計測が行われている。地上からの全体計測にはLeica C10を用いている。しかし、前述のように地上からの計測のみでは上部の計測は難しいため、中央塔などの屋根の上部は気球センサによって計測されたデータが用いられている。

３．サイバー考古学

３次元データはビデオコンテンツの製作に用いられることが多いが、それ以上に利用価値を秘めている。本章では、３次元データを用いて、美術史や建築といった分野との融合によって新たな知見が得られた事例について紹介する。

（１）類似度推定と分類

バイヨン寺院には52の塔があり、全部で173の尊顔が刻まれている。これらの尊顔は、仏様の顔と言われることもあるが、ヒンドゥー教に由来するとも言われている[10)]。朴によるとこれらの尊顔はアシュラ（悪魔）、デーヴァ（男神）、デーヴァタ（女神）の三種類に分類できるとされている。しかしこれらの分類は主観評価であるため、我々は３次元データ（図８）を用いて分類を行った[11)]。

図９に示すように、それぞれの分類から標準的な尊顔を選び、線形判別分析を行ったところ、おおまかに分類する超平面が得られた。多くは[9)]の分類と一致するが、異なる種別に分類される尊顔も多いことが分かった。一方、階層クラスタ分析を行ったところ、物理的な距離が近い尊顔が似た形状を持つ

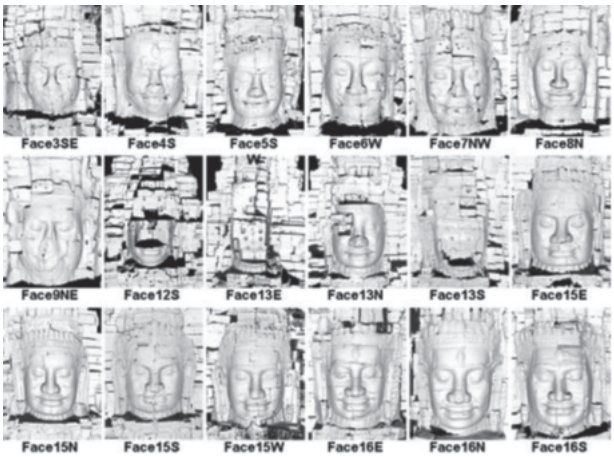


図８　バイヨン尊顔ライブラリ（一部抜粋）

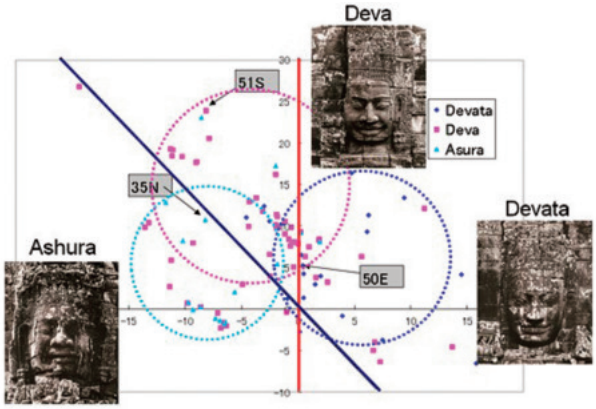


図９　尊顔を分類する超平面とグループ分け

ことが分かった。これは複数の彫り師のグループがそれぞれの範囲を担当して作成したためではないかと予想されている。

（２）模型による風洞実験

バイヨン寺院は風化によって倒壊の危機にさらされている。そのため構造の安定化が急務の一つとなっている。特に石材の崩落は強風によるものも多く、風荷重の解析が重要である。しかし、バイヨン寺院のように大規模で複雑な形状をもつ構造物の風洞実験を行うことは一般に困難である。そこで計測によって得られた３次元データから３Dプリンタを用いて模型を作製し（図10）、この模型を用いて風洞実験を行った[12)]。この風洞実験により、風向きや風速に応じた風荷重や空気の流れが可視化され、風向きによっては凹部で渦が発生し、大きな負圧が生じることなども明らかになった。

図10　3Dプリンタによって製作した風洞実験のための模型

図11　クラウドミュージアム

４．クラウドミュージアム

前述のようにして得られた３次元計測データや、CADを用いて復元された３次元CGデータは様々な形で活用することができる。３章で示したように学際的な研究を進めることも重要であるが、一方で社会的な活用も重要である。図11に示すのは、３次元データを中心として遺跡地域をミュージアム化するクラウドミュージアムの概念である。ウェブサイト上で自由視点から閲覧できるようにすることによって来訪を促し、博物館においてCG・VRコンテンツによって学習を支援、移動の際にガイダンスやナビゲーションを行い、現場で実世界に重ねて表示することによって深い感動を与え、その感動を共有してもらうことによって再訪や新たなユーザの来訪を促す仕組みである。ここでは特に移動、感動において用いる複合現実感（MR: Mixed Reality）技術を中

図12　MR技術による失われた文化財の仮想復元展示

図13　光源不変量を用いたロバストな遮蔽処理と陰影付け

心として、基礎技術と移動型MRシステムについて紹介する。

（1）MRによる文化財復元展示

仮想世界を実世界に重畳して見せるMR技術は近年注目されている技術の一つである。日本の文化財の多くは木造建築が多いため、長い年月の間に失われてしまったものも多い。建物を復元するためには多額の費用がかかり、また推定復元のための根拠が乏しい場合も多く、実際の建物を復元するのは容易ではない。これに対して、MR技術では、復元CGを実際の現場で重ねて見せることによって、あたかもかつての建物がそこにあるかのように見せることができるのである（図12）。

MRにおいて違和感のない合成を行うためには、実世界と仮想世界との間の位置合わせや遮蔽処理を行い（幾何学的整合性）、両者の明るさ・陰影等を一致させる必要がある（光学的整合性）。特に遺跡の多くは屋外環境下にあり、屋外では光源環境が複雑かつ急激に変化するため、これらの整合性を実現するのが難しいという問題がある。これに対して我々は実世界の環境を３次元モデル化し、現在の光源情報と３次元モデルからシーン画像を再構成して位置合わせする手法を開発した[13]。また遮蔽処理においては、光源不変な量を用いた背景差分による前景抽出手法（図13）や[14]、人間の奥行き知覚をモデル化して半透明表示によって遮蔽を再現する手法などを開発した[15]。

図14　MR電気バスシステム

図15　奈良県明日香村における一般公開実験の様子

光学的整合性を実現するためには、全方位カメラによって現在の光源環境を取得し、実時間で陰影付けすることによって実世界と仮想世界の整合性を図る。この手法では、基礎影画像の生成をオフラインで行い、実行時には合成のみを行うことによって実時間での陰影付けを可能としている[14]。また近年注目されているオプティカルシースルーディスプレイのために、背景に応じて表示する仮想物体の視認性を制御できる手法も提案している[15]。

（2）移動型MRシステム

従来のMRシステムは定点や狭い範囲での利用が想定され、さらに多人数で同時に体験できないとい

図16　古代飛鳥京の仮想復元

図17　飛鳥京復元コンテンツ

う問題もあった。そこで車載された全方位カメラによって撮影された映像を複数のユーザに実時間で配信し、配信された映像に仮想物体を重畳することによってMR展示する移動型MRシステムを開発した(図14)。本システムでは、GPSやジャイロ、地磁気センサなどを用いて幾何学的整合性を実現し、全方位画像から直接取得した光源情報を用いて実時間陰影処理を行うことで光学的整合性を実現している。

例年、11月には奈良県明日香村において、本システムを用いて一般公開イベントを行っている（図15)。移動型MRシステムは、図16に示すように伝飛鳥板蓋宮・飛鳥浄御原宮の正殿付近からスタートし、飛鳥京苑池などを通過し、飛鳥寺までを移動するルートをMRコンテンツを提示しながら移動する。これまでの文化財復元展示では建物の復元が主であったが、建物だけでなく当時の人々の生活や、歴史的な出来事を展示することも重要である。そこで宮中の様子や、蘇我入鹿が中大兄皇子に暗殺される乙巳の変を再現し、その現場に来ると史実が再現され、体験的に学習することが可能となっている。図17には、実世界の映像に飛鳥京の様子を重畳表示した結果を示す。本システムによって、広い空間を動き回りながら復元された仮想世界を体験することが可能となった。

5．おわりに

本稿では、文化財を３次元デジタル技術によって保存、解析、展示する方法として３D e-Heritageの概要とクラウドミュージアムについて述べた。３D e-Heritageでは、レーザレンジセンサによる大規模構造物の３次元データ取得方法として、回廊を計測するレールセンサや高所を計測するためのバルーンセンサ、多量の距離画像を処理して最終的な３次元データを得る手法について解説した。またこの技術を用いてバイヨン寺院やアンコールワットを３次元デジタル化した例を示した。さらに３次元データを用いた多数の尊顔の分類や、３Dプリンタを用いて製作した模型を用いた風洞実験について紹介した。

また失われた文化財を復元展示し、遺跡地域全体をミュージアム化するスキームとして、クラウドミュージアムとその関連技術、および電気バスを利用した移動型MRシステムについて紹介した。この移動型MRシステムは、全方位カメラを用いて映像取得、配信を行うことで、多人数による同時体験MRを実現している。またこのシステムを利用した奈良県明日香村における飛鳥京復元プロジェクトについても紹介した。

本稿で述べたように文化財分野においては３次元

デジタル技術は保存、解析、展示のための技術として非常に有用である。そのためセンサやデータ処理技術の発達に伴い、今後も広く活用されていくことが期待される。また情報分野だけでなく、考古、建築、美術史といった異分野との連携して３次元データを解析することで、これまで明らかにされなかった新たな知見を得ることが可能となってきている。今後も技術開発に加えて、様々な分野との連携を深めることで学際的な研究を推進していきたいと考えている。さらに、得られた知見や技術が、観光や教育の分野に大いに役立てられることを今後も期待したい。

謝辞

本研究の一部はJSPS科研費24254005, 25257303の助成を受けたものである。

【参考文献】

1） 池内克史, 大石岳史（編著）, ３次元デジタルアーカイブ, 東京大学出版会, 2010.11.
2） B. Zheng, T. Oishi, K. Ikeuchi, “Rail Sensor: A Moving Lidar System for ３D Archiving the Bas-reliefs in Angkor Wat,” IPSJ Trans. Computer Vision and Applications, Vol. 7, pp. 59-63, July 27, 2015.
3） A. Banno, T. Masuda, T. Oishi and K. Ikeuchi, “Flying laser range sensor for large-scale site-modeling and its applications in Bayon digitial Archival project,” Int. J. Computer Vision, (78) :207-222, 2008.
4） R. Ishikawa, B. Zheng, T. Oishi, K. Ikeuchi, “Rectification of Aerial ３D Laser Scans via Line-based Registration to Ground Model,” IPSJ Trans. Computer Vision and Applications, Vol. 7, pp. 89-93, July 27, 2015.
5） B. Zheng, X. Huang, R. Ishikawa, T. Oishi, K. Ikeuchi, “A New Flying Range Sensor: Aerial Scan in Omini-directions,” ３DV, 2015.
6） T. Oishi, R. Sagawa, A. Nakazawa, R. Kurazume and K. Ikeuchi, “Parallel alignment of a large number of range images on PC cluster,” ３DIM, 2003.
7） T. Oishi, A. Nakazawa and R. Kurazume, K. Ikeuchi, “Fast simultaneous alignment of multiple range images using index images,” ３DIM, 2005.
8） M.D. Wheeler, Y. Sato, K. Ikeuchi., “Consensus surfaces for modeling ３D objects from multiple range images,” ICCV, 1998.
9） R. Sagawa, et al., “Parallel processing of range data merging,” IROS, 2001.
10） 朴亨國, 浅井和春: “バイヨンの四面塔に関する二・三の考察－彫刻史的アプローチによる－,” アンコール遺跡調査報告書1998, 中川武（監修）, pp.275-306, （財）日本国際協力センター , 1998.
11） M. Kamakura, T. Oishi, J. Takamatsu and K. Ikeuchi, “Classifiction of Bayon faces using ３D models,” VSMM, 2005.
12） Y. Honda, S. Yamada, M. Araya, T. Oishi, A. Yoshida, “Evaluation of the wind pressure by wind tunnel test using the ３D laser scanning data in Bayon Temple, Cambodia,” SAHC, 2014.
13） M. Inaba, A. Banno, T. Oishi, K. Ikeuchi, “Achieving Robust Alignment for Outdoor Mixed Reality using ３D Range Data,” VRST, 2012.
14） B. V. Lu, T. Kakuta, R. Kawakami, T. Oishi, K. Ikeuchi, “Foreground and Shadow Occlusion Handling for Outdoor Augmented Reality,” ISMAR, 2010.
15） T. Fukiage, T. Oishi, K. Ikeuchi, “Reduction of contradictory occlusion in Mixed Reality by using characteristics of transparency perception,” ISMAR, 2012.
16） T. Kakuta, T. Oishi and K. Ikeuchi, “Shading and shadowing in mixed reality,” ISMAR, 2005.
17） T. Fukiage, T. Oishi, K. Ikeuchi, "Visibility-Based Blending for Real-Time Applications," ISMAR, 2014.

Mixed Reality技術を用いた文化財の復元

― 飛鳥京、江戸城、一乗谷 ―

角田　哲也（株式会社アスカラボ）

1．はじめに

登呂遺跡は、近年、複合現実感（MR: Mixed Reality）技術を用いて失われた文化財をデジタル的に復元する試みが行われている。MRではHMD（Head-Mounted Display）などを用いて、現実世界とComputer Graphics（CG）を実時間で重ね合わせて表示することが可能となっている。この技術によりCGで描いた文化財があたかも現実世界に出現したかのように見せることができる。

東京大学池内・大石研究室では、MR技術を用いて古代飛鳥京を復元する「バーチャル飛鳥京プロジェクト」に取り組んでいる[1)]。株式会社アスカラボは、本プロジェクトを母体として、研究成果の社会還元を目的に設立された大学発ベンチャーである。本稿では、池内・大石研究室で開発された基盤技術をもとに、アスカラボが提供するMR遺跡復元サービスの概要を説明し、飛鳥京、江戸城、一条谷における導入事例を紹介する。

2．MR技術による遺跡復元

（1）MRシステムの概要

例として、ビデオシースルー型のHMDと磁気センサを用いたMRシステムにおける処理の流れを説明する。HMDに装着されたカメラにより、現実世界の画像を取得する（図１）。同時にHMDに取り付けられた磁気センサにより、カメラの位置姿勢を推定する。推定されたカメラ位置姿勢情報をもとに、あらかじめ用意された３次元仮想世界において、合成対象となるCGモデルをレンダリングする。カメラ撮影画像にCGモデルを重ね合わせた合成画像をHMDに表示することによって、ユーザはあたかも自分の目の前の風景にCGモデルが出現したかのような体験を得ることができる（図２）。

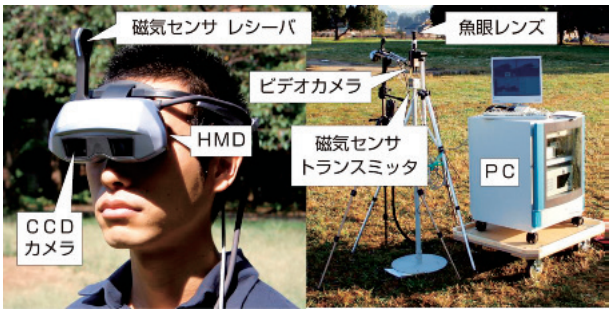


図１　MRシステムの例

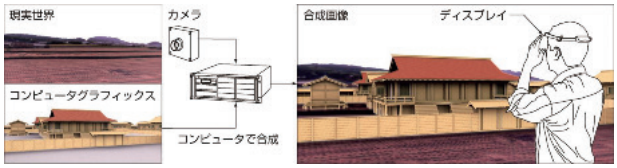
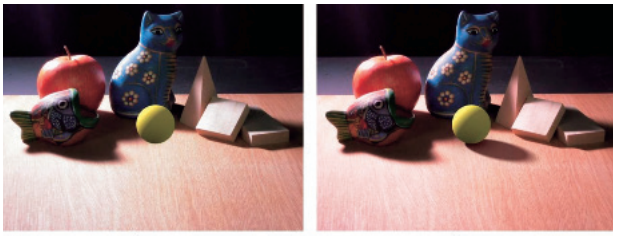


図２　MRシステムの処理の流れ

（2）光学的整合性実現技術

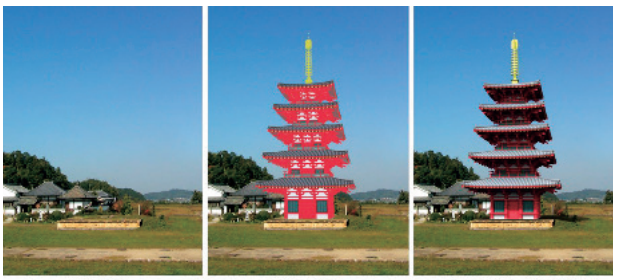
池内・大石研究室では、MRシステムにおける合成画像の現実感を高めるために、光学的整合性実現技術を開発している[2)]。

この提案手法では、事前段階において様々な方向から仮想物体に光をあて、周囲に落ちる影を基礎画像として取得する。次に、魚眼レンズ付きカメラや全方位カメラで推定した天空の光源分布をもとに、明るさのパラメータと、事前生成した基礎画像との線形和を求め、仮想物体の影画像を生成する。そして、仮想物体の周囲に配置した影付け平面に影画像



陰影処理なし　　陰影処理あり

図３　光学的整合性実現技術



実画像　　合成画像　　合成画像・陰影付け

図４　屋外における建築物の陰影表現

図５　クラウド型MRシステムの処理の流れ

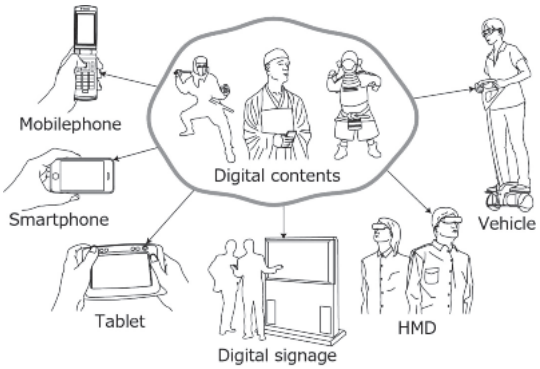


図６　クラウド型MRシステムの将来像

をマッピングすることにより、実光源環境に対応する仮想物体の影をリアルタイムに表現することができる（図３）。この技術により、光源環境が刻々と変化する屋外環境においても、仮想物体の影を違和感なく表現し、合成画像の現実感を向上させることが可能となる（図４）。

（３）クラウド型MRシステム

また、池内・大石研究室では、ネットワークを利用したクラウド型のMRシステムを開発している。

従来のMRシステムは基本的にスタンドアロン形式であり、１台で１人のユーザにしか対応できなかった。しかし、実際の観光ガイドやツアーでは、同じ解説を複数人で聞く場面が多く、人数分のMRシステムを用意するのはコストがかかるという問題があった。そこで、MRシステムにおける実画像取得とCG合成処理を全方位カメラとサーバで行い、CG合成された全方位画像を複数のクライアントに送信することで、各ユーザが任意の方向を向いて自由に全方位画像を見られる、という手法が提案されている（図５）。

処理負荷の高い実画像キャプチャとCGレンダリング及び両者の合成を高性能なサーバで行い、クライアントでは受信した全方位画像から端末のセンサ情報等を用いて任意領域を切り取って表示するだけでよいので、比較的スペックの低いモバイル端末やタブレットでも実現することができる。また、大画面のデジタルサイネージ端末をクライアントに用いて、複数ユーザに同じ画面を見せてもよい。

将来的には、クラウド上のサーバにCGや解説映像／音声等のコンテンツを集約して、次々と新規開発されるハードウェアの差異を吸収しながら、マルチプラットフォーム／マルチユーザのクラウド型MRシステムを実現することが期待される（図６）。

３．MR遺跡復元サービス

（１）MR遺跡復元の利点

MR技術を用いた文化財の復元には以下の３つの利点がある。

１．遺構上に復元モデルを表示することが可能
２．復元案の修正・変更が容易
３．文化財の保存と活用を両立

第１に復元したCGモデルを遺構上に合成表示することによって遺跡の現状と復元状態をわかりやすく対比することができる。またユーザを外界から遮

図７　HISTOREALITYのイメージ図
（画像提供：後藤克典）

断せずに、実世界の環境情報をそのまま利用することが可能である。そのため視覚的・聴覚的な感覚や現場の雰囲気など、従来のVR（Virtual Reality）コンテンツでは味わえない臨場感を体験することができる。

第２にCGモデルの修正・変更を容易に行うことができる。発掘調査の進展から復元案の修正が生じた場合、実物や復元模型を部分的に修正することは困難である。しかしMRではCGモデルの修正や差し替えを容易に行うことが可能である。

第３に遺跡の保存と活用という２つの要求に同時に応えることができる。一般に考古学的見地からは発見された遺跡は現状保存が原則と考えられている。しかし観光振興の観点から文化財の整備や活用を求められる場合も多い。MRでは実世界の遺跡に影響を与えることなく効果的な活用も可能となる。

アスカラボでは、このようなMR技術の特徴を生かして、HISTOREALITYというMR遺跡復元サービスを提供している（図７）。

（２）導入の流れ

MR遺跡復元サービス導入の流れを説明する。

１）コンテンツ制作

まず、遺跡の復元図面や模型をもとに、復元CGモデルを作成する（図８）。地元の研究機関や資料館等と協力し、復元が不明な部分については、同時代の建築様式や類似の遺跡を参考に、時代考証を行う。

この際、CGの使用目的やターゲット端末の処理スペックに応じて、適切な密度でCGモデルを作成することが重要である。建物の内部構造など、見せる必要がない場合は省略した方が、アプリのサイズや描画FPSを向上させることができる。ただし、CGモデルの規模が大きく、水面表現の特殊効果等もあり、モバイル端末でのリアルタイムレンダリングが難しい場合は、あらかじめ書き出しておいたアニメーションを画像ベースで表示する方法もある。この場合、事前に生成しておいたパス以外の任意のウォークスルーや視点移動はできないが、事前作業の時間が許す限り品質の高いCG映像を作り込むことができる。

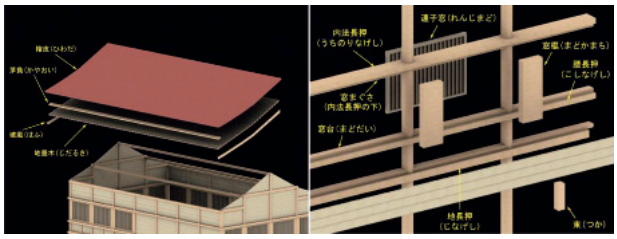


図８　復元CGモデルの作成

図９　バーチャル飛鳥京アプリの画面例

また、HMDやタブレット画面のメニュー構成やシーン遷移、ユーザインタフェースの設計・デザインを行う（図９）。同時にターゲットとして想定した対応言語ごとに解説の台本作成、ナレーション収録・編集、BGMや効果音の追加を行う。

さらに、必要に応じて現地での全方位画像撮影を行う。撮影画像の用途としては、VR型コンテンツの背景に用いたり、春夏秋冬の四季やイベント時の様子を撮影して、アプリ上で追体験できるようにしたりすることが想定される。

２）ソフトウェア開発

アスカラボでは、各種プラットフォームに対応した基幹ソフトウェアAsukaVisionを開発している。本ソフトでは前述の東京大学開発技術を実装し、さらにプラグインによる機能拡張も可能である。導入にあたっては、基本的にAsukaVisionの各機能モ

図10　バーチャル飛鳥京アプリの運用風景

ジュールを土台にしながら、プロジェクトごとのニーズに応じた独自機能を追加していく。

3）ハードウェア組み込み

ターゲットとなるハードウェアを選定するにあたっては、企画を実現するために必要なスペック（処理性能や画面サイズ・重量・防水性等）、価格と供給の安定性、保守サービスの有無等を総合的に考慮する。場合によっては、開発の初期にテスト機を複数用意して、事前に動作検証を行うこともある。

対応端末を決定したら、コンテンツ制作を並行して進めつつ、適時ダミー素材を用いた組み込みテストや現地での動作検証を行いながら、ソフト開発を進める。システムテスト・運用テストを経て、完成したソフトを本番用の端末にインストールし、運用マニュアルをもとに現地スタッフの研修・トレーニングを行う。

導入後も、ユーザの利用形態を観察したり、アンケートで意見を求めたりして、システムの改良やコンテンツの追加等を行いながら、サービスの魅力を高めていく（図10）。

4．導入事例

池内・大石研究室とアスカラボがこれまで取り組んだ遺跡復元MRシステムの開発事例を紹介する。

（1）飛鳥京

奈良県高市郡明日香村において、古代の飛鳥京を村全域で再現する「バーチャル飛鳥京プロジェクト」を行っている。2004年から研究プロジェクトが開始され、川原寺、飛鳥浄御原宮のエリアを中心に復元CGモデルの作成を進め、現在では飛鳥京の中心部と、飛鳥寺、水落遺跡のエリアも復元している（図11）。また、石舞台古墳の築造過程や、高松塚古墳の壁画を解説するコンテンツも作成している（図12）。

図11　飛鳥京復元CGモデル
（画像提供：東京大学池内・大石研究室）

図12　MOVERIO BT-200向け石舞台古墳アプリ

ハードウェアは、キヤノン社製MR PlatformやVuzix社 製Wrap1200VR等 のHMD、iPadAir、iPad mini等のタブレット端末を用いている。石舞台古墳における実証実験では、セイコーエプソン社製のスマートグラス、MOVERIO BT-200を利用した。

（2）江戸城

近畿日本ツーリスト株式会社と共同で、江戸城ツアー向けのアプリを開発した（図13）。端末はMOVERIO BT-200を用いている。

ツアーでは、現在の皇居東御苑をガイドと散策しながら、大手門や大広間など、あらかじめ定めた見どころスポットでスマートグラスを装着すると、江戸時代の様子を再現したCG合成映像を体験できる仕組みになっている（図14）。

また、技術的な工夫として、ガイドが持つタブレットからBluetoothを用いて各端末にシナリオ制御信号を送る機能を開発した。これにより、ツアー参加

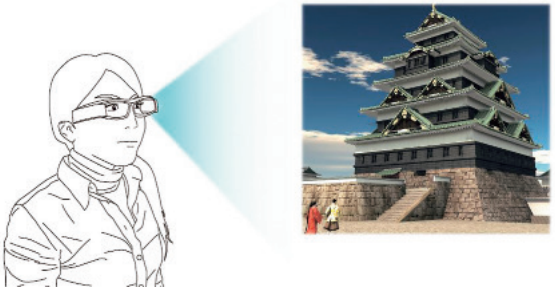


図13　江戸城天守閣の復元イメージ

図14　江戸城大広間の復元イメージ

図15　ガイド用タブレット画面

者はクライアント端末でメニュー選択をしなくても、スマートグラスをかけているだけで自動的に再生される映像を見ることができる。また、ガイドが遠隔で各端末の言語設定やシーン再生も行うことができるため、ツアー前の準備を簡略化し、特定のユーザが映像を見逃した等のトラブルにも個別に対応することができる（図15）。

（3）一乗谷朝倉氏遺跡

福井市の一乗谷朝倉氏遺跡において、朝倉館と復原町並みを散策しながら、戦国時代の風景を体験できるアプリを開発した（図16）。端末はiPad Air2を用いている。

本アプリの特徴としては、端末に内蔵のGPSを用いて、あらかじめ設定した各説明ポイント付近の有効範囲に入らないと、解説映像が再生されず、映像

図16　一乗谷アプリトップメニュー画面

図17　一乗谷アプリ解説画面の例

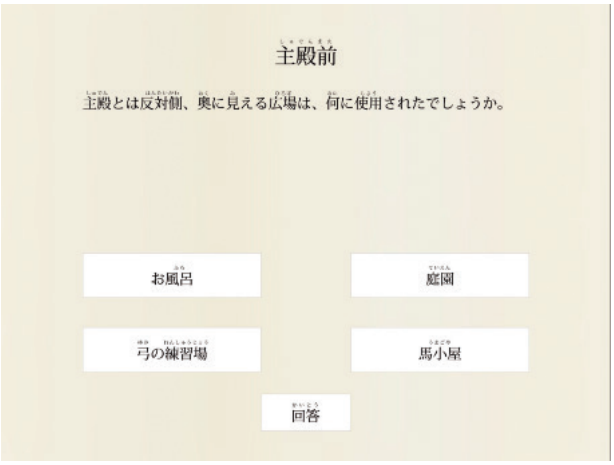


図18　一乗谷アプリクイズ画面の例

を見た後はその場所のスタンプが入手できる仕組みにしてある（図17）。これによって、ユーザが積極的に遺跡を歩き回る動機づけを行うことができる。

また、解説終了後にその場所にちなんだクイズを

出題し、４択で回答できるように設定してある（図18）。全説明ポイントを回ってスタンプラリーを完了し、さらにクイズの正解率が高いユーザには粗品を渡すなどして、遺跡の解説を見るだけでなくゲーム感覚でガイドを楽しめる工夫を施している。

謝辞

ご協力いただいた東京大学池内・大石研究室、明日香村、国営飛鳥歴史公園、近畿日本ツーリスト株式会社、福井市に対して、この場を借りて謝意を表する。

【参考文献】

１）角田哲也、大石岳史、池内克史　2008「高速陰影表現手法を用いた飛鳥京MRコンテンツの開発とその評価」『映像情報メディア学会誌』Vol.62、No.９、pp.1466-1473

２）角田哲也、大石岳史、池内克史　2008「影付け平面を用いた複合現実感における高速陰影表現手法」『映像情報メディア学会誌』Vol.62、No.５、pp.788-795

総合討議の記録

【内田】 では各発表を踏まえまして総合討議を始めます。まず、ARまたはMRの技術に関することで大石先生に伺います。ARやMRの欠点としては幾何学的整合性や光学的整合性、さらには時間的整合性での課題があるということでしたが、大石先生らが解決されてリアリティーのあるものに進化してきました。今の研究課題はどのようなことになるでしょうか。

【大石】 時間的整合性という話をしましたが、研究の分野でいうとやはりモバイルでどうやるかというのが流行っていて、先程もモバイルでオクルージョンを完全にやるのは難しいという話だったのですけれども、そういう話もあって、計算コストをどう下げて、モバイルでリアリティーのあるAR、MRをどう実現するかみたいなことはみんなやっています。あとはシースルーの話、自分もしましたけれども、多分これからシースルーのものがいっぱい出てくるので、そうするとどれだけきれいに見せるかとかという話が重要になってきて、さらにそこに人間の知覚、実際に人間がどう見えているかというのをやはり見なければいけなくて、さっきのトラッキングが多少ずれたりするのも、じゃあ人間はどれぐらい許せるのかとか、そういう人間がどう感じているかというのをもっと詰めて、それに応じて技術開発をする必要があると考えています。

【内田】 ありがとうございました。開発される方は大変な苦労をされながら開発されているのだと思います。それによって数年後にはきっと大石先生がさらに技術開発を進めてさらにリアルな画像を提供してくれ、我々はそれを簡単に見るようなことができる、そんなことになるのではないかと非常に期待しているところでございます。

ところで、VRでもそれなりの没入感というのは得られると感じられるわけですけれども、VRではなく、MRまたはARにこだわる理由や意義は何かについて角田さんからはどうでしょうか。

【角田】 意義というといろいろとあると思いますけど、私が学生のとき、大学にいたときはやはり技術的に最先端なことをやって新規性を研究して論文を書くというのが目的でしたので、まずMR、ARの一番難しいところを攻めていくという感じがありました。ただ、実際に企業としてサービスを提供してみると、一般のお客様はARというと何かおもしろそうだと思うけど、「位置が合っていてすごい」とか、「光の当たり方がすごくマッチしているからいいシステムだ」みたいなことは、あまり気にしてないと思います。むしろ、「聖徳太子が出てきて説明してくれる」とか、「インタラクティブに語りかけたら何か答えてくれる」みたいな、そういうところに注力しても意外と満足感というのは上がるのかなと思いました。そういう意味ではケース・バイ・ケースです。例えばお客様の満足度重視の場合は、VRでもいいからCGの部分に予算を配分してクオリティーの高いCGを作る。ただ、先程の「江戸城ツアー」のシースルー型のモベリオのヘッドホンディスプレイ、あれも日本国内初でいろいろ壊れやすかったりとか、ケーブルがあって持ち運びしにくかったり、苦労はあったのですが、ただその分、技術的に挑戦したおかげでものすごくメディアに掲載されたり、新聞とかテレビに取り上げて頂いたのです。ですから結構、ツアー料金とかだけでもあれに投資したコストをなかなか回収することが難しかったりするかもしれないのです。しかし、そういう自治体様で開発されて宣伝効果みたいなところも含めてトータルにご案内頂くと、ちょっと新しい要素はやはり入れてみた方がいいかなというところもあったりするかと思います。

【内田】 ありがとうございます。大石先生、補足がございますか。

【大石】 一応、AR、MRだと背景を必ず使わない

といけないので、現地に絶対に行くということが大事だと思います。そこに行って、例えばガイドさんと話をしたとかという記憶、そういうものを見たとかという体験はものすごく大事なので、そういう意味でいうとVRは別にシアターでも見られると思いますから、現地に行って見るというのが第一だと思います。ユーザー側からするとそうで、皆さんからすると観光ということで現地に来てほしいというのがあると思うので、やっぱりAR、MRを推していくべきかと思います。

【内田】 ありがとうございます。来場の皆様は史跡整備や観光に関わる方が多いと思いますけど、やはり現地をどうするかということが非常に大きな問題です。MR、ARは遺跡の現地に仮想空間を重ねて見られるという点が、遺跡の表現手法の１つとして非常に有効ということで、現状を活かした史跡整備の考え方とも非常に共通するところがあるのではないかなと思います。

さて、国指定の史跡の中では実際に復原建物も作られるわけです。ただし、非常に厳しいハードルがあって、復原建物の検討委員会を通さなければいけないとかいうこともあるわけです。その意味で歯止めもあります。あまりにも根拠のないものについては実際に作ることはできないのです。ただしARであると、その辺はそれほど根拠がなくてもかなりリアルなものを作ることができるわけです。博物館やガイダンス施設にある復原模型にしても、実際には「えい、やー」で作られる場合も確かにございます。しかし、いずれにしても根拠については何らかの方法で示さないといけないと思うのが、我々文化財関係の立場にある人間ではないかなと思うわけです。その辺について中村さん、どのように考えたらよろしいでしょう。

【中村】 先程お話ししましたけど、まさにそれが抱えている問題で、CGのクオリティーは全部同じように高いものがあるのですが、櫓とか門、それぞれによって背後の資料の量が全然違うのに、それが表に出てきたとき全部同じ精度で出てくるので、そこは大きな課題だと思っています。これはちょっと実現しなかったのですけど、当時観光部門と話をしていたときに、主に天守に関わりますが、少し透過したような形にして見せることはできないか、「これは想像です」みたいなことをわからせることはできないかという話をしたのですけれども、見てのとおり天守を売りにしたようなストーリーになっているので、それはちょっと却下されました。今後そういったやり方とかできないかなと個人的には考えています。

【内田】 ありがとうございました。向日市の渡辺さん、そういったことに関しては何かございますか。

【渡辺】 都城遺跡整備の先進事例の平城宮跡、難波宮では復元建物展示をされていますけれど、長岡宮跡では復元建物がないので、やはりそれだけ気を遣います。例えば時代によって屋根の隅部分を平行垂木にするか放射垂木にするかとか、そういうディテールまで突っ込んで確認しておかないと、後でやはり史跡としてやっている以上は指摘を受けるというということになるので、それは気を遣いました。

【内田】 ありがとうございます。やはり、CG、ARなどで示すにしても、そのベースとしてきちんと模型や復元建物での検討があると、そこから先のAR化というのも非常にやりやすいわけです。しかし、そういったベースもなしにいきなり予算がついたからARをやろうとすると、これは急に復原考証もやらないといけないということで、時間的にも非常に難しいというようなことにもなるのだと思います。ただ、こういったAR等の場合はやはり複数案を示

せること、そして案の修正というのが容易であるということ、建物を実際に復原してしまったら維持管理費が発生しますが、それはかなり安価に抑えられるというメリットがありますので、それらを十分に認識しながら展示の手法というのを考えるべきと思うところです。

さて、今年度の文化庁の補助金では南アルプス市さん、松浦市さん、高松市さんなど幾つかでAR制作が進んでいますけれども、松浦市さんは元寇船を復原されています。実際に沈んでいる元寇船の遺構は取り上げておらず、海底深くに眠っているわけで、なかなか根拠というのを示すのはちょっと難しいのかなと思います。元寇船の復原に関してどのようにされたのか、曽根さんが関わられているのでお教え頂けますでしょうか。

【曽根】 松浦市さんに代わりまして、私のほうから少しお話しさせてもらいます。

松浦市の鷹島神崎遺跡の海底で見つかった元寇船は沈んだ状態でそれを引き上げることはできない、それも一部の姿しか出ていないわけです。そこから、当時元の時代の船はどうだったのかということについて推定を交えて復原していくわけです。近世の城郭と違いましてなかなか他に例があまりないものですから、そもそもある部分をもとにして全体を復原していくとか、どういう姿だったのかとかの研究をされている方自体が少ない。我々の方で勝手に想像するわけにはもちろんいかないので、その中でも松浦市さんがおそらく苦労されたと思います。松浦市さんがとある専門家の先生の方とお話しされまして、その方に監修して頂くことになりまして、松浦市さんと先生と我々開発会社とで打ち合わせをしながら復原船の３Dモデルを作っていったわけです。もちろん資料もなく、他に例もあまりないものを復原していくのは大変な作業で、先生が鎌倉時代、当時の主に中国の船の色々な資料をひっかき集めて、これを採用したのではないかとか、ああでもないこうでもないとかを繰り返しながら共にCGを作っていきました。我々の過去の実績としまして、長岡宮も多賀城も模型がありましたので、その模型を基に割とスムーズに作れたのですが、今回ばかりはCGの復原船を作るのにも、今まで以上の苦労と手間がかかり、おかげで良いものができたかなとは思っています。やはり他に事例がないものを復原するというのは改めてなかなか大変だなと思っている次第です。

【内田】 どうもありがとうございました。それでは、今度はシステムの開発や運用に話を変えます。まず開発の時点で、こういったアプリをつくるということに対して上司に費用対効果を聞かれたら、皆さんはどう答えるのでしょうか。渡辺さんはどう考えますか。

【渡辺】 やはり気になりました。前もそうですけども、配信して１、２カ月はダウンロード数に一喜一憂しているような状況でした。でもそうではなくて、「皆さんは史跡整備のハードの部分でお金を数億円かけて、費用対効果を改めて考えられたのかな」と思いまして、やはり活用は整備も含めての費用対効果だというふうに考えて、ダウンロード数というようなものにはあまり一喜一憂することはしないようにしております。

【内田】 ありがとうございました。福岡市さんの中村さんはどうでしょう。

【中村】 福岡市の方は特殊事例だと思うのですけれども、文化財部門が市長部局に移動するというタイミングで導入を図ったので、要は観光部門と文化財部門が共同して事業を起こすといったこと、目玉事

業的なものとして取り扱われた関係で、正直申しまして最初はどちらかというとお金が潤沢についたということがあります。そういう意味ではうちはそういった苦労はしていない状況にありました。

【内田】 ありがとうございました。それでは、今度はシステム開発の側からこうした方が良いということについて、アドバイスを頂けたらと思います。それでは、曽根さんの方からお願いいたします。

【曽根】 システム開発の側からといいますと、今までの話の流れからいきますと復原建造物をCGで行うにはかなりの資料が必要ということにはなるのですが、でも全く資料がない状態から、復原することは全くできないのかというと決してそうではありません。色々なところから材料を掻き集めて、完全推定になりますけども、そういった形でCGを使って表現するということも不可能ではないです。でも、もちろん信頼に足る資料、模型なり、そういうものがあるに越したことはないわけで、それがあればあったで当然アプリケーションシステム開発費用はその分抑えられるわけですから、もしこういった復原といった方法でのAR、VRの導入をお考えであれば、できるだけ対象物の資料なりというのをご用意いただければ、それは我々としては助かりますし、開発費低減にもなりますので、自治体さんの方にもメリットがあるかなとは思います。

【内田】 ありがとうございました。角田さん、お願いします。

【角田】 今日、この場で１つだけ一番お伝えしたいとしたら、是非皆さん、せっかくデモ機を持ってきていますので、先程ゴーグルタイプのGear VRとモベリオを、まだご覧になってない方がいらしたら是非この後で、時間とバッテリーの許す限りデモさせて頂きますので、ご体験頂けますでしょうか。と申しますのは、実はAR、MRで何かCGが合成されて凄いことになるというのが、結構、実際に見てないけどそのイメージだけ一人歩きしている分があるのを危惧しています。例えば江戸城も実際にはやったのですけども、宣伝文句として眼鏡をかけると３Dで360度パノラマの立体映像が見えますと謳うと、何かみんな映画の「スター・ウォーズ」のように大画面で迫ってくるみたいな想像をして参加されるのです。でも実際には、視野角というのは23度ぐらいで、結構画面としては小さいけど、そのかわりシースルーで周りの風景と対比できておもしろいという仕組みだったりするのです。ですから、一般の方にVRというのもまだ普及していない状況でARをものすごい技術として宣伝してしまうと、実際と見るものとのギャップがあり過ぎるような気もしています。実際にはこういう屋外で、特に遺跡ってモバイルでやる必然性がありますので、そんなにデスクトップＰＣみたいに潤沢なリソースが使えず、できる処理とかも限られたりもします。現時点では、先程のようなデバイスでVRが屋外でできて、今の風景と対比しながら見られるというだけでも十分に歴史の説明の目的は達成できたりしますので、いろいろ諸条件を考慮頂いて、最適なシステムを組んで頂ければと思います。

ただ、研究者としてはやはりARは将来的に普及して遺跡のどこでもモバイルで見られるというのが夢であると考えていますので、話題づくりとしてそういう先進性を売りにするために、ARのエッセンスをちょっと取り入れてみるというのは是非お手伝いさせて頂きたいと思います。

【内田】 ありがとうございました。会場の方には佐賀県立名護屋城博物館の松尾さんがいらっしゃいまして、博物館ではVRの名護屋城を開発されております。実際に担当され、開発の中で感じられたこと、特にデータ量について感じられたこと、一言お願いいたします。

【松尾】 佐賀県立名護屋城博物館の松尾と申します。実は、前にいらっしゃる曽根さん、渡辺さん、それと福岡市の方、アスカラボの方と、２年前から佐賀県でもバーチャル関係、VR関係の開発を予定していまして、技術的な面とか、契約の面とか、運用の仕方などいろいろご教示頂きありがとうございました。佐賀県ではお手元に資料を配付させて頂い

ていますけれども、27年４月からVRを公開しています。実はこれ、博物館の中でも見れる高精細なVRを作りたいというのと、城跡の現地でも高精細に見せたいと両方の希望がありまして、いろいろな課題に直面したわけです。先ほどデータ量のお尋ねがありましたが、実は高精細なデータで建物、石垣関係を作りましたが、タブレットの中にデータが入り切れなかったということがありました。実際、今公開しているアプリがスマートフォン上で、App StoreとかGoogle Playで公開されていますけども、実は１ギガを超えて、２ギガ近くの重いデータになって、それをタブレットに納めなければいけないということがありました。最初はタブレットが動かなかったのです。実際に今公開しているのは600メガ、700メガ、それでも大きい容量になっていますけども、いかにそれを動くようにしたかと申しますと、開発者（受注者）の意向もあって建物をかなり優先させ、見えないところはデータ量を落とすという工夫をしました。もう１つは石垣です。本来は私たちも考古学関係者で石垣のクオリティーを上げたかったのですが、それをすると動かないということもあって、石垣については現地で見えるのは見えるのですが、石垣の画像を暈かしています。もともとの素材では石垣を明確に作っていますけども、実際タブレット上で見る時は暈かしてデータ量を落とし、リアルタイムレンダリングといいますが、それが軽やかに動くような工夫をしたりしているところでございます。

このように私たちはデータ量の問題とか技術的な面などを県庁の情報課や関係機関のいろいろな方に教わりながら進めてきたところです。

【内田】 ありがとうございました。運用のことも考えながら実際のソフト開発をしないといけないということなのだと思います。運用の中で必ず保守点検が必要になってきます。保守点検を意識しますと、どうあるべきなのか、大石先生、お願いいたします。

【大石】 ソフトもハードも、すごく今進歩が速くて、正直１、２年でどんどんハードウエアが変わっていってしまうので、皆さん導入される時にすぐに変えないといけないタイミングが来るのだと思いながら導入して頂ければと思います。その時に３次元データというものは使い回しが利くので、大学さんと共同でも良いのですが、なるべく良いものを作っておいて、ハードウエア、ソフトウエアは発展があればどんどん変えていくという気持ちで導入して頂ければと思います。

【内田】 ありがとうございました。向日市さんでは、どういう工夫をされていたでしょうか。

【渡辺】 向日市はそういう保守点検が来るということはわかっているのですけども、毎年予算計上できないというのが正直なところなのです。貸し出しタブレットとかも、そういうお金の要らないようにさせて頂いているのですが、保守点検について少し検討したことがありました。ホームページのように、年間一定量を払い続けて保守管理する場合、パターン等を考えたのですけども、次にバージョンアップとか保守管理のときには幾らかかるかわからないものに年間定額払うことはできませんし、もしその定額料よりも多い金額が改修費に要った場合に業者さんは多分対応してもらえないだろうと。いずれは来ると思ってますが、それまではなるべくこのまま、そのときに１度に変えたいなというふうに思っています。

【曽根】 向日市の渡辺さんのほうから、アプリケーションのOSバージョンアップ対応で定額の保守契約を結んでもそれを超えることが発生したら対応されないのではないかという話が出ましたけども、そんなことはございません、対応いたします。契約は契約ですから、定額で契約したらその定額できちんと全部対応はさせていただきます。

【内田】 ということです。福岡市さんはどうでしょう。

【中村】 事業化するときに、単年度事業でやったのですけれども、このシステムは一応３年程度使うということを想定して、その中にある程度メンテナンスの費用といいますか、そういうのが入っていたよ

うです。ただ、実際にはそれ以外にわずかなお金、数万円程度ですけれども費用は発生しているようです。一応そういった形で、最初の事業化する段階でそれを見越した費用を入れていたというのはあります。

【内田】 ありがとうございました。

ARを実際に導入する場合、全くハード的な整備が必要ではないということではなくて、無料Wi-Fiスポットですとか、あとはARが利用できることを示す看板ですとか、チラシあるいはホームページといった宣伝媒体も必要になってきます。それからまた、どういうシステムを利用するかにもよりますけれども、ビーコン型の場合はビーコン型に合わせた設備投資も必要になってくるというような話でございました。時間の関係で詳しくは、これ以上は触れないでいきたいと思います。

次に、今後の展開について話したいと思います。大石先生に文化遺産の保存と活用という視点から、３次元データを中心として遺跡地域をミュージアム化するクラウドミュージアムという非常に重要な概念を教えて頂きました。ウェブサイト上での閲覧から来訪の動機づけをし、そして学習、訪問、そして感動し、また再訪するというようなサイクルができてくるというようなことだったかと思います。奈文研の方でも、学習というところに関わって、アプリを現在開発中です。担当の高田さん、お願いします。

【高田】 一言、簡潔に紹介させてもらいます。奈文研で今、iPhoneアプリを開発中でございます。何分

低予算ですので、CGですとか派手なつくりではなくて、かなりローテクな感じでつくっております。目的は幾つかあるのですけども、大きな目的として奈文研の数十年に及ぶ平城宮跡の発掘調査の成果を公開したい。要は、復原建物についてはよくわかるのですが、一見広場に見えるような原っぱのような場所でも、実は奈文研は昭和30年代のかなり昔から掘っています。その当時の写真とかをiPhoneアプリで、その場に行けば写真を見られるようにしたい。要は、昔の先輩方の研究員の発掘調査成果を見られたりですとか、その場で遺物の写真を見られるようにするアプリケーションを現在開発中でございます。最終的な目標としましては、そこからもう一歩踏み込みまして、奈文研刊行図書まで見て頂きたいと。要は、この写真が載っている報告書とか刊行物はこれです、詳しくはこちらをお読みくださいというのが目標です。そのために図書名を表示したりですとか、刊行図書の電子化を進め、そのままURLにリンクすれば、外で報告書のPDFを見られるようにする。そういうふうに情報アクセスする道を作ることを考えております。このようなiPhoneアプリで過去の学術成果と現地を橋渡しする目的でアプリを現在、企画しております。

【内田】 どうもありがとうございます。

利用者にとっては、クラウドミュージアムの中では学習というような部分になってくるわけですけど、アプリの提供側にとってはそこに既存のデータを乗せていって、さらに今までに持っている情報などを活用していくというようなことになるのだと思います。

ARは何かと活用のほうで今注目されていますけど、遺跡の保存という直接的なことにも使えるのではないかなと思っているところでございます。例えば平城宮跡の中では、国交省さんが工事をするのに３次元マシンコントロールシステムというのを用いられて施工されております。要は、掘削の時などに遺構面にはブルトーザーやバックホーの爪がひっかからないように、それ以上動かないように機械的に

コントロールするシステムがあります。この時に遺構面の高さ関係の情報だけでなく、そこに色を持たせた写真などのデータもあれば、オペレーターには実際に遺構がARで見えるようにしながら遺構の上の土の掘削を行うというようなこともできるのではないかと思います。大石先生、そのあたりどうでしょう。

【大石】 場所によっては、どうしても露出展示ができない場合の遺跡もあると思います。実は三内丸山遺跡はもう埋めてあって、以前の記録を掘り起こしてそれを見せるみたいなことをやったのですけれども、そういう意味でいうとどうしても見せられない、保存のために遺構として下に残しておきたいというのはこういった技術で見せて、保存しながら見せるという、ちょっとコルゲートする考えですけれども、そういう方法もあるのかなとは思います。個人的には、ものがあったほうがいいと思います。

【内田】 ありがとうございました。今日は自治体の遺跡整備関係の担当者の方が実際かなり多いかと思いますが、実際整備の中でARを活用として使い出すと、実際の現地の整備はどうしたらいいのかということになるかと思います。その辺について、曽根さん、お考えはございますか。

【曽根】 はい、先ほどの大石先生の話と全く重なるかと思うのですが、平面表示等、何かしら表示されていたほうがARをする上では非常にわかりやすいとは思いますし、ユーザーにとってもここで何かができるのだということに、すぐに気づきやすいというメリットがありますので、全く何もないよりは何か少しでもされていたほうが、AR、MRをするにしても、より効果的かと思います。平面表示なりは進めて頂いただいた方が良いとは思います。

【内田】 ありがとうございます。平面表示ですとか、あるいは少し立体的な基壇整備みたいなのも入ってくるのかどうか、状況を見ながら判断するのだと思いますが、やはり現地には何らかの表示なりが必要なのではないかということです。

やはり史跡の活用を考えていくためには、デジタルコンテンツというのは本当に１つの手段ではあるわけですが、それを使わないで遺跡を訪れる人も実際には多いわけです。やはり、実際の空間をどのように活用するかということでは、今まで我々が考えていたような整備の手法というのはある程度必要なのだと思います。ただし、建物復原などに代わり得るだけのリアリティーのある表示もARでできるようになってきておりますので、展示計画については少し根本に立ち返って考える必要も今後あるのではないかと個人的には思っているところです。皆様はどうでしょうか。特によろしいでしょうか。

【渡辺】 平面表示しかできないという話でしたが、このAR導入にすることによって、むしろ本物志向が出てきました。説明させて頂きましたが、現地は住宅地でなかなか建築条件上建てにくい、復原がしにくいという場所ですが、これだけやれるのだったら数件ぐらい本物を現地で建てたいという外部からの声が非常に上がってきまして、それはそれで嬉しく思っております。

【内田】 ありがとうございます。ARによって長岡宮本来の姿が理解され、現実の空間にそれを再現し、体験したいというようになってきたということです。それぞれの展示手法というのはやはりメリット、デメリットがあります。復原建物は実際に中に入ってその建物をさわったり感じたりするということができるということがメリットですので、そういったそれぞれのメリットを生かしながら、ARの展示手法も最大限利用できるようなことを考えていくのが今後大切なのではないかなと思っているところでございます。

時間のほう、ちょっとオーバーしてしまいましたけれども、以上でこの研究会の総合討議を終わりにさせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。

―― 了 ――

Ⅱ　事例報告

デジタルコンテンツを利用した特別史跡名護屋城跡の活用

― 肥前名護屋城復元CGの制作とその活用 ―

松尾　法博（佐賀県立名護屋城博物館学芸課）

１．はじめに

佐賀県立名護屋城博物館は、国内でも極めて貴重な歴史遺産である名護屋城跡、諸大名陣屋跡などの保存整備・活用を進めている。その一環で、現地を訪れた方々に、当時の城や城下町の様子を精密なCG（コンピュータグラフィックス）でリアルに感じていただくためのスマートフォン・タブレット版アプリ「VR名護屋城」の運用を平成27年４月から開始した。

このアプリでは、GPS取得による位置情報に合わせて、城のエリアや大名陣屋（堀秀治陣と豊臣秀保陣）、城下町（茜屋町）など、360°の風景が画面に再現されるビューポイントを58ヶ所設定した。当館貸出しのタブレットをご利用いただくか、個人所有のスマートフォンやタブレット端末にこのアプリをダウンロードしていただくことで、現地を歩きながら、高精細CGで再現された420年前の名護屋城を体感できる。黄金の茶室内部や草庵茶室内部、天守閣最上階からの360°の眺め（昼景・夕景）なども見ることができ、当時の風景がリアルタイムに表現される。このアプリが本県の文化資源を身近に、分かりやすくご理解いただくとともに、県外に向けた当地域のアピールにも極めて有効なツールになると考えている。

このアプリはiPhone端末の方は「App Store」から、Android端末の方は「Google play」から、それぞれダウンロードできる。

＜佐賀県立名護屋城博物館ホームページ＞

http://saga-museum.jp/nagoya/nagoya-castle/virtual.html

２．バーチャル名護屋城事業着手に至る背景

（１）名護屋城博物館と特別史跡「名護屋城跡並びに陣跡」の現状と概要

１）名護屋城博物館の現状

日本列島と朝鮮半島との間には長い交流の歴史があるが、豊臣秀吉が朝鮮半島を侵略した文禄・慶長の役（壬辰・丁酉倭乱/1592～98年）は、その関係を一時断絶させた不幸な出来事であった。佐賀県立名護屋城博物館は、この戦争の反省の上に立って、「日本列島と朝鮮半島との交流史」を調査・研究・展示紹介し、今後の友好・交流の推進拠点となることを目指して活動している。

２）特別史跡「名護屋城跡並び陣跡」の現状と概要

名護屋城跡並びに陣跡は、文禄・慶長の役に際し、朝鮮侵略の基地として豊臣秀吉が築いた名護屋城跡と全国の諸大名が長期滞在を強いられ作った130余の陣跡群からなる。名護屋城跡を中心に半径３㎞の圏内に陣跡群が集中し、現在、名護屋城跡と徳川家康・前田利家陣跡など23陣跡が特別史跡に指定されている（図１）。（指定面積計　730,901.57㎡）豊臣秀吉は、慶長３年（1598）８月18日に亡くなるが、名護屋城も秀吉の死とともにその役割を終えたと考えられている。その後、名護屋城跡は江戸時代初期、島原の乱直後に城の破却が行われ、現在まで破却そのままの状況が良好に保存されてきている。

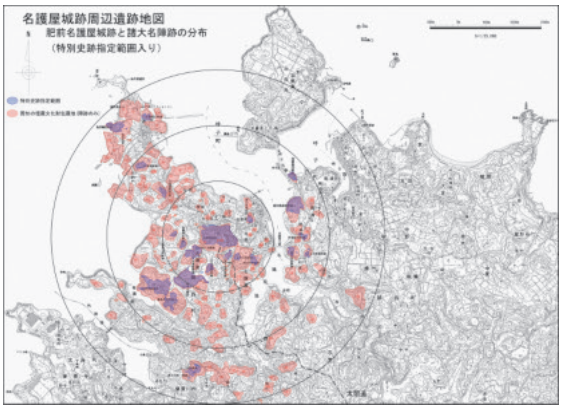


図１　名護屋城跡と諸大名陣跡の分布

図２　名護屋城跡と名護屋城博物館

昭和50年代から始まった佐賀県が主体となった名護屋城跡並びに陣跡保存整備事業を推進する中で、破却を受けた城の歴史的意義の重要性が注目されてきた。名護屋城跡並びに陣跡保存整備委員会では破却された歴史も重要視し、本丸など城の中心部では破却された時期を整備の一時期として保存し、より復元的な整備は行ってきていない。この破却時期の保存整備手法は、日本でも唯一の保存修理方法として注目されている。

これまでに保存整備事業に着手した陣屋跡は130箇所の陣跡に対してそのうち６箇所の陣跡の整備に着手したに過ぎず、大半の陣跡は雑木林に埋もれたままで保存されている。名護屋城跡についても、今では城を囲む石垣や天守閣の跡が残されるのみで、建物は現存していない。

３）機構改革への対応 と課題の解決

佐賀県立の博物館は、平成24年度から県教育委員会から知事部局に移管された。これまで博物館に関心が薄かった人を「どうやって、博物館に来ていただくか。」大きな課題が課せられた。そこで名護屋城博物館では、特別史跡「名護屋城跡」に隣接している強みを活かし、博物館と特別史跡を相互に活用することを検討した。いわば､城跡を取り込んだ｢野外博物館」としての活用である[1)]（図２）。

図３　発掘調査の成果（特別史跡名護屋城跡本丸）

実は、私たち学芸員の中には教育委員会に併任された職員が数名配置されており、これまで佐賀県教育委員会が30年以上も取り組んでいる特別史跡「名護屋城跡並びに陣跡」の発掘調査や石垣修理などの保存整備事業の蓄積を継承していた[2)]（図３）。今回の名護屋城や陣屋・城下町のCGを作成するに当たり、これらの蓄積は欠くことのできない貴重な資料となった。

４）博物館と特別史跡「名護屋城跡並びに陣跡」を取り巻く現状と課題

これまで、名護屋城跡への来訪者は年間約４万人[3)]であり、名護屋城博物館の入館者８～９万人の半数程度に留まっている。博物館や名護屋城跡周辺での滞在時間が概ね１時間程度であり、城跡まで十分見学されず、天守台からの良好な景観を楽しむことなく、秀吉時代の石垣や破却された石垣の迫力など本物の城の魅力を知らずに帰られる方も多いのが実情である。また、子供をはじめ来訪者からは、「石垣ばかりで建物がない」､「史跡としてのイメージがわかない」といった声も多い。

これまで、県教育委員会では、主に危険箇所の保存修理や遺構の平面表示が主であった。発掘調査で検出された遺構を３次元ではなく、２次元で整備を行うことは、難解さが伴い、一般の方向けの分かり易い遺跡の表現については課題が残り、ビジュアルな説明板などの設置や平面表示の工夫がより必要とされてきた。

また、史跡の保存については、その保存方法についての蓄積は重ねられてきたが、史跡・文化財の活用やさらにその利活用経験の少なさが課題であった。

近年、パソコンやタブレット、スマートフォンなどの普及により、私たちの生活に新たなICTの活用が身近になり、これらを史跡活用の試金石として利用できるのではないかという機運が高まってきた。

さらに、タブレットやスマートフォンの普及により、より高画質な画像が提供され始め、それをより体感できる、より楽しめるものに仕上げることができないかなど、より高度な活用が期待されていた。

また、名護屋城博物館が保有している様様な資料データについても公開し、一般に活用してもらう仕組みづくりいわゆる「オープンデータ化」について佐賀県全体の施策の方向性が示されつつあった。

今回の事業を展開する上で、スマートフォンやタブレット端末で利用する高容量の「アプリの開発」は佐賀県ではこれまで前例がない、前人未到の部分であって、これに対処するには、より多くの労力を要することが想定された。その中で一番懸念されたのは、名護屋城博物館として、果たして短期間に肥前名護屋城の復元CGを本当に作ることができるか、という見極めであった。このような諸条件のなかで、バーチャル名護屋城事業に取り組むこととなる。

今回のバーチャル名護屋城事業については、別添「バーチャル名護屋城　仕様書」に詳細をまとめている。

５）バーチャル名護屋城を推進するための対策

バーチャル名護屋城事業を推進するためにあらかじめ、次のことに考慮して進める必要があった。

①城CGを作るためには、まず、「歴史考証」が必要で、これに専門家が十分時間をかける必要がある。さらに建物の復元設計図が必要であり、これを基に高精細なCGを作成することとなる。

②事業の性格状、単年度事業で完結する必要があり、１年未満の短期間で制作を行わねばならない。事業の起工や公告については前年度にその準備を行って、年度当初のできるだけ早期に着手する必要があった。

③また、目標や要請されるバーチャル名護屋城事業の内容が多岐にわたるため、県の関係機関等との連携やそのマネジメントを発注者である佐賀県立名護屋城博物館学芸員が行う必要があった。

３．バーチャル名護屋城の概要や成果

（１）バーチャル名護屋城とは

１）目的

博物館と名護屋城跡や陣跡・城下町を結び付け、これらを楽しく見学できるシステムを構築することで、地域全体の魅力をアップさせ、博物館の入館者増と地域振興に繋げるのが狙いである。

２）事業のターゲットの考え方

子供から年配の方まで、また歴史や城郭、博物館などへの関心の薄い方などをターゲットとして、幅広い層の開拓につなげたいと考えた。特に、タブレット端末の利用習熟の一助となるとともに、歴史や文化を「楽しく」学ぶ企画を提供できることから、小中学生、高校生のほか、これまで来館機会が比較的少なかった、ＩＴＣの習熟度が高い若年・青年層にも呼びかけを考え、さらに多くの県民の方を対象に多様な文化に親しむ機会を提供し、来館者の満足度を高めたいと考えた。

３）概要

今回、城や陣屋、城下町のVRやARの作成を新たに行い、スマートフォンやタブレットを利用して、いわば再現された名護屋城、陣屋等を体感しながら巡っていただくことで、歴史・文化への理解を深めてもらえるような内容とした。「バーチャル名護屋

城」は、名護屋城一帯と大名の陣屋２箇所（堀秀治、豊臣秀保）、当時の城下町の一部で運用されている（図４）。城内は現在、石垣のみで建物はないが、CGでは天守閣や本丸御殿や、門、櫓など現存していない建造物を再現した。

このバーチャル体験は、博物館が貸し出すタブレット端末＝iPad　mini（本人確認が必要）を利用するか、スマートフォンなど自分の携帯端末に博物館が開発した専用アプリ「VR名護屋城」（無料）をダウンロードして行う。体験に際しては、博物館の受付にてチェックインの手続きが必要である。城内58箇所に見学ポイントを設定している。タブレット端末を水平にすると地図の画面となり、現在地や見学ポイントが表示される。また、端末を掲げると、GPS と連動して、自分がどのポイントにいるかを瞬時に判断して、当時の城景観が360°に亘りタブレット端末画面に表示される仕組みである。

また、天守閣など建物のCG再現のほか、当時の豊臣秀吉が見たであろう天守閣からの眺めを体感するバーチャル再現なども行っている。今は現存しない天守閣の地上６階（最上階）から見た当時の城内や城下町、陣屋さらに遠方にある玄界灘の島々の眺望を疑似体験できる。さらに大坂城から名護屋城本丸に運んだ組み立て式の「黄金の茶室」や山里丸にあった「草庵茶室」の内部もCGで再現している。一方、博物館内では高精細CGによる映像作品「幻の巨城　肥前名護屋城」（約10分）も上映すること、また、イベント時にはホールやミニシアターで自由操作盤を活用することで、来館者に「天下人の城」の壮大さを改めて体感していただくことも可能となった。

図４　リアルタイムレンダリングエリア

（２）具体的な内容

１）航空レーザ測量

地上の起伏など地形データについては、航空レーザ計測のデータを活用した。航空レーザ計測とは、航空機に搭載したレーザスキャナから地上にレーザを照射し、地上から反射するレーザ光との時間差により得られる地上までの距離と、GPS測量機、IMU（慣性計測装置）から得られる航空機の位置情報より、地上の標高や地形の形状を精密に調べる新しい測量方法である。樹木があっても葉の隙間から地上で反射したレーザ光を用いるため、航空写真より詳細正確な地形測量ができる。航空レーザ計測作業におけるレーザ発射回数は15万発/秒の設定で実施している。今回0.56㎢に約3,100万点のデータを取得し、名護屋城一帯0.42㎢の範囲において、約2,300万点（地面・樹木や建物屋根等に当たった点の総数）の点群データを取得・活用した。これは、上空から発射したレーザが検出した、樹木、建物、地面等すべて含んだ点数で、いわゆる「オリジナルデータ」で、「１m四方にたくさん点がある」状態である。メッシュデータとは、オリジナルデータから、地面だけを抽出し（グラウンドデータ）、１m四方に１つの標高値が定義されている状態に加工したもので「１m四方に１つのデータしかない」状態をいう。今回、新たに特別史跡名護屋城跡周辺の25cmメッシュのデータを作成するに当たり、25cm四方で3.5点（３点以上）の点を取得しており、即ち１m四方で約50点以上のデータを取得している。これらから、地形を特定する１点を抽出し、さらにグリッドデータを作成し、地形を再現している（図５）。なお、今回計測したデータを既存の成果と統合したメッシュデータについては、現在、名護屋城博物館のHPで公開している。

２）歴史考証

現在、建物が残っていない城の天守閣をどうやって復元したのか。大きな疑問を抱かれるが、それは、

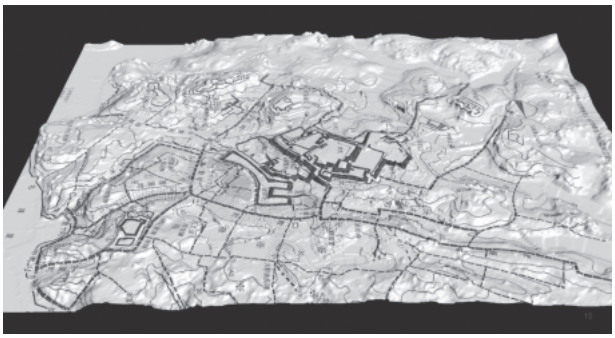


図５　航空レーザ計測の活用（城・城下町・道）

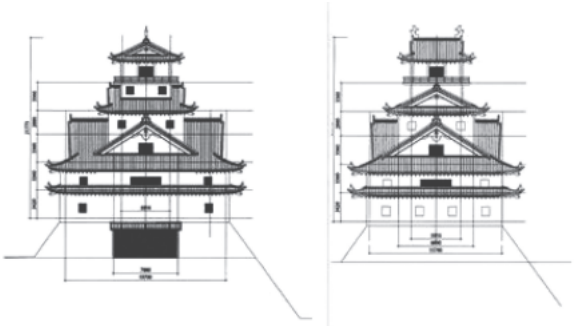


図６　名護屋城跡天守閣設計図（設計：西和夫）

以下の①～⑤の根拠となる資料を統合し、検討を行い、今回の城の復元が進められた。①発掘調査の成果（天守の位置・規模・方位・穴蔵の有無など）②肥前名護屋城図屏風(立体的な姿を知る唯一のもの)③文献資料（例えば、菊亭春季の「天守以下聚楽に劣ル事ナシ」、『日本往還日記』の「五層楼」とある。）④類例天守（現存12天守閣や熊本城宇土櫓の検討）⑤天守に関する従来の研究成果―特に屏風の描写は絵画史料としての限界を念頭において復元された（図６）。

特に、本丸御殿については、発掘調査の成果を基に建物配置（屋根伏せ）を設定し、「対面所」（秀吉と諸大名の謁見の場所）や「台所」と推定される建物の設計・監修をしていただいた。西和夫先生は豊臣秀吉の大坂城に関する中井家所蔵の図を参考に、名護屋城の建物配置を検討され、大坂城の図を東西反転することで、本丸御殿の建物の性格や配置を検討された。名護屋城では南側が「表」、北側（天守に近い側）が「奥」の機能を持っていたと考えられた。また、現存する二条城の二ノ丸御殿や瑞巌寺の

図７　本丸屋根伏せ図（「配置図」）

庫裏などを参考に設計図を作成された（図７）。

以上の「歴史考証」を経て設計図が作成され、これをもとにCGが作成され、監修を重ねて仕上がったのが図12である。

３）発掘調査の成果の活用

名護屋城跡本丸では、現在13棟以上の建物跡を発掘調査で確認している。本丸南部では、大坂城の対面所にあたる建物Aや台所と推定される建物Ｊがあり、その他、建物が連続して建っていた状況が確認されている。建物の形状やその規模については、残存する礎石や海岸産の玉砂利の敷き詰め範囲から推定している。本丸の中央部に岩盤が広がっており、礎石についても残存しているものが少なく、礎石の抜き跡が確認されているが、現状では明解に建物の界線を引けるまで至っていない。大まかな建物配置が掴めかけており、現在も本丸御殿の性格解明のため発掘調査を継続している。

天守台の発掘調査では、地下１階部分の穴蔵の存在や天守の礎石の配置からその平面規模を想定している。このように比較的発掘調査が進展している天守や本丸御殿については、最新の発掘調査の成果を活用している。

４）設計

天守閣や本丸御殿については、建築史の専門家・西和夫神奈川大学名誉教授・アルセッド建築研究所により新たに設計図面を作成していただき、これを基にCGを作成している。いわば、最新の学術成果

図８　城と城下町模型

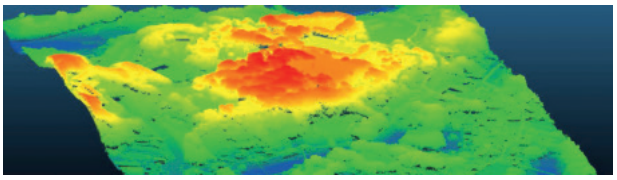


図９　オリジナルデータ（鳥瞰）

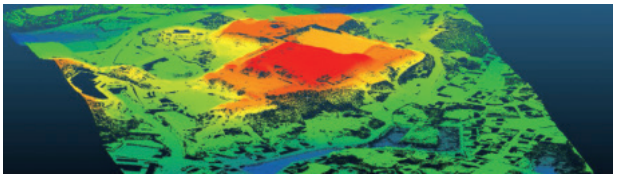


図10　グラウンドデータ（鳥瞰）

を活用し、歴史考証を経て、天守閣・本丸御殿の建物をCGで作成・監修を行っていただいている。

５）CGの作成

西和夫先生・アルセッド建築研究所が今回新たに作成した本丸御殿の屋根伏せ図、天守閣の設計図、対面所及び台所の設計図をもとに本丸・天守部分については凸版印刷がCGを作成した。その他の門や櫓など城の構成物については、現在、博物館２階の常設展示室で展示している「名護屋城と城下町模型」（図８）を参考にCG化している。現状や地形については、この模型のほか、今回取得した航空レーザ計測による地形モデルをベースに作成し、その土台の上に復元されたCG建物を載せている（図９・10）。

６）タブレット等情報端末用アプリの開発・活用―移動に合せて刻々と風景が変わる新機能を搭載した最新アプリ「VR名護屋城」の開発―

ASTEMによれば、「名護屋城博物館が制作した

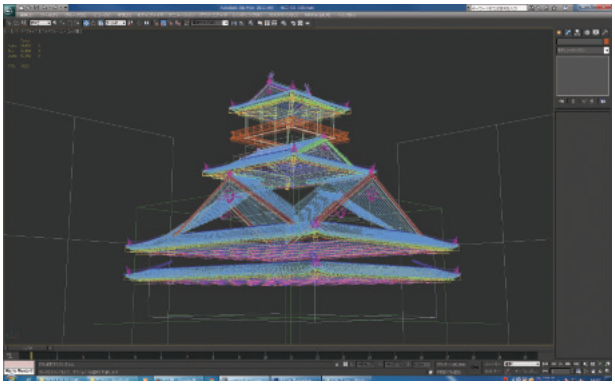
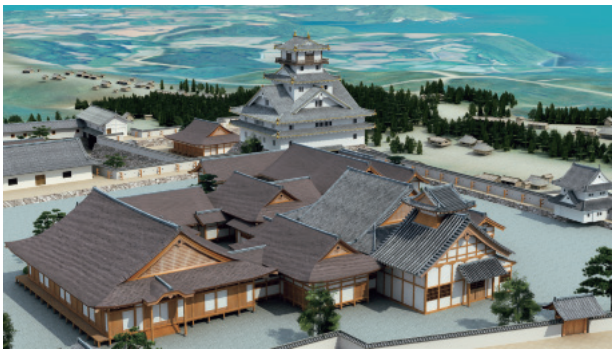


図11　天守閣CG作成過程（モデリング）



設計・監修：西和夫・アルセッド建築研究所
図12　肥前名護屋城本丸御殿と天守閣CG（東から）

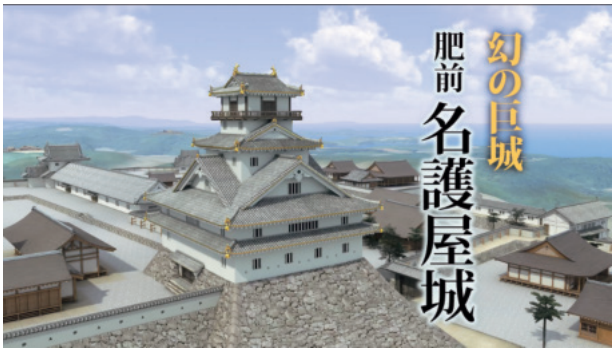


図13　「幻の巨城　肥前名護屋城」タイトル

高精細CG「バーチャル名護屋城」を用い、420年前の名護屋城の風景をリアルタイムに再現したアプリケーション「VR名護屋城」を作成した（図11～13）。これは「今はなき風景を体感するアプリである」。VR（仮想現実）技術やAR（拡張現実）技術を用いて現在では見ることのできない風景を端末上にCGで再現するシステムを開発した。2014年（平成26年）、佐賀県立名護屋城博物館が進める「バーチャル名護屋城」事業の一環としてアプリケーショ

ン「VR名護屋城」が完成した。

「バーチャル名護屋城」事業では、地域振興の要となる名所としての名護屋城をより多くの人に知ってもらうため、420年前の建設当時の名護屋城を高精細なCGで再現。この「バーチャル名護屋」をかつて名護屋城のあった現場でリアルタイムに再現するシステムを開発するのが、今回の目的であった。特に、リアルタイムレンダリング機能を付加し、移動に合せて往時の名護屋城内の風景を再現した。

従来のアプリはスマートデバイスに内蔵されたGPS（衛星測位システム）を使って、現在位置を把握し、その場所の風景を端末上にCGで再現する。「VR名護屋城」の画期的な改変点は、従来のプリレンダリング機能に加え、新たにリアルタイムレンダリング機能を付加し、利用者が移動しながら当時の名護屋の姿を動く画像として見ることができるようにしたところである。予め用意された一枚のCG画像を端末に読み込ませるプリレンダリングとは異なり、リアルタイムレンダリングでは、端末内で直接プログラムを実行しリアルタイムにCGを描画する。これにより、GPSで現在位置を把握しながら利用者の移動に合せて刻々とCGを変えて行くことで、あたかも当時の名護屋城内を歩くようにCGを見ていくことが可能となった。

システムを構築する上で困難を極めたのは、GPSで発生する誤差の補正であった。GPSは天候や位置環境に影響され、５～10mの誤差が生じる。試行錯誤を重ねた末、どこに立っても正確な位置に名護屋城がそびえているようにCGを再現できるようになった。

リアルタイムレンダリングだけでなく、従来のプリレンダリング手法も活用し、城内の約58か所にビューポイントを設置。そこに立てば、360度のパノラマで大名の陣屋や黄金の茶室内部をはじめ、往時の風景をスマートデバイス画面上に再現できる。これほど広範囲にわたるリアルタイムレンダリングゾーンと数多くのパノラマビューポイントを設けた高精度のVR名護屋城は、全国でも例を見ない。また、スマートデバイスの容量や処理能力が格段に向上したことによって、以前は見られた画面上の歪を解消し、よりクリアな画面を構築できるようになったことも、今回の大きな進展である。端末上にCG映像を表現する際、スマートデバイスの容量に限りがあったため、これまでは１枚の画像を球体のようにして三次元空間を表現した。今回、４Kレベルの高解像度の画像を６枚使って立方体を構築するようにCG化することができるようになったことで、細部までクリアな画像表現が実現した。」とされる。

７）オープンデータの取組と名護屋城博物館HPでの情報発信

「バーチャル名護屋城事業」では、制作の過程で生成される航空測量データをオープンデータとして公開することを計画し、2014年９月には、その利活用を考える市民協働型イベント「名護屋城アイディアソン2014」を開催した。さらにオープンデータ活用イベントの第２弾として、参加者が名護屋城周辺の主要箇所を散策しながら取材し、Wikipediaの地図版と呼ばれる「オープンストリートマップ」上にプロットしていくイベント「肥前名護屋城マッピングパーティ 2014」の開催を企画した。同時に、VR映像・ARアプリ等をお披露目する機会と位置づけ、まち歩きの際にアプリ等を使いながら当時の様子をイメージしていただいた。

名護屋城博物館のHP上でバーチャル名護屋城についてのPRページを作成した。また、航空レーザ計測等で取得した名護屋城跡周辺３㎞圏内の地形データをオープンデータの一環で公開し、誰でも利用できる状態とし、最低限度のオープンデータ化を図った。

（３）平成25年度に制作した「城跡案内アプリ」の概要とバーチャル名護屋城との連携

平成25年度事業で取り組んだ「城跡案内アプリ作成事業」は、クイズや謎を解きながら楽しく城跡を散策するシステムである。アプリ「VR名護屋城」との連携を図るため、呼び出しボタンを付加している。

（4）利用形態

個人向けには、スマートフォンを介してアプリ「VR名護屋城」をダウンロードしていただき、博物館を起点に個々人で城跡等を周遊し、再び、博物館にもどっていただくといった利用も可能である。

一方、スマートフォンを持っていない方に対しては、タブレット端末（iPad mini）を博物館の受付で本人確認を行った後に無料で貸し出すことで、城跡等を周遊していただくこともできる。

4．史跡の保存と活用の取り組み―具体的な活用事例について―

（1）「バーチャル名護屋城」の運用開始！

４月運用開始以降の利用状況

平成27年４月から名護屋城博物館では、この復元された天守をはじめとする城CGが公開されている。

平成27年４月１日に公開を開始して以来、67台準備しているタブレットの無料貸出しは、順調に推移している。特に平成28年４月から10月末のタブレット無料貸出し台数は延べ7,089台（１日平均42台）と前年同期（5,034台）と比較して約1.4倍の伸びとなっている。これは、タブレット運用開始後２年目となり認知度が高まったことやNHK大河ドラマ「真田丸」の特別番組で、肥前名護屋城跡を訪れた俳優がタブレットを利用したシーンが放映されたことなどが要因と思われる。平成27年度と平成28年度（４月～10月末まで）を合せると、延べ14,287台のタブレット貸し出し実績があり、また、個人のスマートフォンやタブレットへのダウンロード数も延べ4,666件となっている。利用は個人・家族連れが主体であるが、学校や団体客によるまとまった数の利用もあっている。なお、平成27年７月17日には１日当たり延べ138台のタブレットを貸し出している。平成27年５月12日からは地元の「肥前名護屋城歴史ツーリズム協議会」によるタブレットを活用した「バーチャル名護屋城ガイドツアー」や「屏風絵めぐり」等の募集も始まっており、今後これらの周知化が進めばさらに利用が広がるものと期待している。利用された方からは大変好評をいただいており、アンケートでも「大変よかった」「CG画像の質の高さに驚いた」「これは楽しめると思った」「分かりやすかったのでまた子供と来たい」などの声が寄せられている。また「音声ガイドがあればさらによい」、「少しずつバージョンアップしてほしい」などの要望の他、「使い方が分かりにくかった」等の意見もあるので今後の運営の中で、できる限りの対応をして、多くの方に快適に使っていただけるようにしていきたい。

（2）博物館の入館者増や歴史文化の紹介

導入の効果としては、団体案内のみ行っている福岡城の利用実績も踏まえ、名護屋城博物館では個人用のスマートフォンを含め800人/月の利用増を目指したい。城跡と博物館を一体の魅力ある地域資源とし、名護屋城の歴史や文化の情報を広く発信することで、博物館への集客増に繋がるものと考えられ、また、地域への観光振興にも繋がることから、費用対効果は大変高いと考えられる。館としては、博物館と城跡等を周遊するアプリを利用した方々が、より詳しく学びたいと思い、館を訪れたくなる、そのような情報提供の仕方にも工夫を施していきたい。

（3）周知PRの取り組み

プレスリリースに加え、ホームページなどWeb上でタイムリーな情報を提供してきた。また夏休み時期には「バーチャル名護屋城の世界」展を開催し、テレビCMや小中学生向けのチラシを配布することにより、利用者が大幅に増えた。

5．史跡の活用についての課題

教育委員会所管であった博物館が2012年度から知事部局に移り、博物館や歴史に関心がない人などいろんな人に来てもらう誘客の仕組みづくりがミッション（使命）となった。加えて名護屋城跡は、ここは博物館と一体となったいわば野外博物館の一部だが、博物館だけ、あるいは城跡だけ見て帰る人も少なくない。館内の「肥前名護屋城図屏風」（佐賀県重要文化財）（図14）や「城や城下町のジオラマ」

図14　肥前名護屋城図屏風（佐賀県重要文化財:部分）

図15　名護屋城CG（虎口）

図16　タブレット端末に映る本丸大手門CG

を見てから本丸北西の天守跡に立ってもらえば、その価値や凄さがわかるのにと、ずっともどかしさを抱いていた。その答えの一つがバーチャル（仮想）とリアル（現実）を融合させた「バーチャル名護屋城」であった。大手口から本丸に至るメインルート全域や城内58箇所でタブレットをかざせば、当時の姿が浮かび上がる。こちらから来館者に積極的に情報を提供する手法を考えた時、現地の城跡でリアルタイムにCGという視覚に訴える立体的な復元があった（図15・16）。佐賀県のミッションを検討する中で、使えるものは何でもどんどん活用しようと思った。ちょうど大阪歴史博物館が古代の宮都・難波宮を今の遺跡の上に重ねて復元したスマホアプリ「VR難波宮」を発表していて、これは面白い試みと関心を持ち始めていた。私自身も従来の携帯電話（ガラケー）からスマートフォンに移行した時期で、ユーザー感覚で入って行けたのかもしれない。

「誘客」という言葉を使っているが、PRを意識過ぎるあまり、作りすぎないか、あるいはCG作成には２～３年の十分な時間をかけて行うべきで十分な時間が必要、拙速すぎないかなど、いろいろな意見があったのも事実である。博物館が作る以上は「歴史考証」が何より大切であった。発掘調査の成果と名護屋城図屏風や文献資料をもとに建物の配置を決め、松江城など現存する天守を参考に設計図を作成した。そして航空レーザ測量で地形や土台の現状を把握・活用し、これまでの色々な30年に亘る調査研究の蓄積があってこそのもので、それらが今回、いたるところで連携し実を結んだ。さらにその航空レーザ測量による地形データを一般に公開して、活用のアイデアを出してもらうワークショップも開いた。いわゆるオープンデータの試みも行った。歴史遺産の活用は行政だけでできるものではなく、また、私たちが思いもしない活用策があるはずである。城下で武士、商人、農民など当時の職業を模擬体験するアプリアトラクションや広大な名護屋城をバーチャルなお化け屋敷に見たててタブレットと提灯を持って散策するというユニークな提案もあった。

実際に「バーチャル名護屋城」を体験した多くの人からは、「予想以上に楽しい。」との反響がある。

「ヴァーチャルな画像を現場で見る事ができる試みは、たんに一般の観光の方へのサービスということにとどまらず、考古学・建築学・歴史学などの研究成果を総合しなければできない成果であり、また、残された遺跡や遺物、史料に、残されていない部分

表１　佐賀県立名護屋城博物館　貸出タブレット等（受付にて貸出中）

160731

利用場所	館　外				館　内	
	名護屋城跡				常設展示室	
ソフト	名護屋城跡案内アプリ				音声ガイド	タブレット展示室案内
	VR名護屋城	肥前名護屋城の謎を解く				
デバイス	i Pad mini　67台				ヘッドフォン　12台	i Pad　30台（２台は図書閲覧室）
コース	バーチャル体験コース	A　・　B　・　C　コース			常設展示室	常設展示室
	大手口～本丸・天守台	A	B	C		
所要時間（目安）	１時間～１時間30分	１時間	１時間30分	２時間	30分～１時間	30分～１時間
内　容	城の復元CGを見ながら、城跡を散策	謎を解きながら、城跡を散策			音声を聴きながら、常設展示室を見学	タブレットを見ながら、展示室を見学
見どころ	天守閣・本丸御殿CG	名護屋城クイズと名護屋城の歴史など			コンパクトで分かり易い説明	高精細画像の肥前名護屋城図屏風
	天守閣最上階からのながめ	屏風図モード（屏風図上に現在地が表示）			各コーナー別の網羅的な説明など	亀甲船内部を観察
	黄金の茶室内部など	犬のARと記念写真撮影			―	文献史料の口語訳など
オプション	堀秀治陣跡（CG）・豊臣秀保陣跡（CG）	前田利家陣跡（クイズ）			―	AR名護屋城（館２Fからのながめ）
	城下町CG/AR	堀秀治陣跡（AR名護屋城の遠景）			―	パズル・クイズ
言　語	日本語	日本語			日本語（子供向けあり）	日本語
	―	英語　韓国語　中国語（繁・簡）			英語　韓国語　中国語	****
音　声	×　効果音のみ	△　音楽・効果音のみ			◎	×
対　象	小・中・高校生～大人					
その他	リアルタイムエリア	コース毎の記念品			22箇所	「子供向け」あり
	ビューポイント58箇所	犬のしおり（８種）	AR屏風図	AR黄金の茶室		30箇所
	申込時に本人確認が必要（免許証など）				住所・氏名記入等で申込みOK	
	事前にWiFiで専用アプリをダウンロードすれば、個人のスマートフォンでも楽しめます。				―	
	平成27年３月16日～	平成26年７月15日～			平成23年～	平成26年４月～

＊高精細ムービー「幻の巨城　肥前名護屋城」については、平成28年４月より英語・韓国語・中国語（簡体・繁体）・タイ語の多言語に対応

****平成28年４月より英語・韓国語・中国語（簡体・繁体）・タイ語の多言語に対応

をどのように補っていくかという点でも、研究上の方法論としても重要な提起を行われていると思いました。韓国・中国の留学生の院生も刺激を受けておりました。」（京都大学大学院教授　横田冬彦氏）等、バーチャル名護屋城事業の評価については、いろいろな観点から見ていただいていることは今後のVRやARの史跡での活用を行う上で、大変参考となっている。今後、文化財の調査、研究の観点から、また史跡の活用の観点からもこれらバーチャルな画像の活用の可能性に取り組んで行きたいと考えている。

６．最後に

平成27年の４月１日からバーチャル名護屋城については供用を始め、利用の促進を図った（図17）。特に７～８月の夏休み期間には、「バーチャル名護屋城の世界展」を開催し、併せて現地での利用促進を図った。

また、利用状況の把握のため、アンケート調査を実施し、利用者の実態や利用状況の把握に努め、利用者の気づきや要望等そのニーズの把握に努めた。

これらの経過から、現状のシステムにはソフト面での改善、ハード面の改善が必要であることがわかってきている。また、タブレットの貸し出しに係る管理運営についても多くの課題が見えている。

土曜日・日曜日・祝祭日に貸出数が伸びる一方、博物館の受付や貸出体制が十分取れずに来館者を待たせる事態となったこと。タブレットを博物館外に持ち出すため、貸し出しに際しては、「本人確認」を要するが、団体向けに貸し出す際に時間を要するため、迅速に貸し出す方法の改善等、運用を始めての課題が次第に浮き彫りになってきている。

アンケートを取っての要望としては、音声ガイドによる説明の追加や復元建物の外観のみだけではなく、建物の内部CGをつくるような要望が挙がって

いる。これらについては、平成27年度に実施した利用実態を踏まえ、今後計画的な、段階的なバーチャル名護屋城の拡充を図っていきたいと考えている。

特別史跡名護屋城跡の保存整備にあたっては、立体復元を行わない姿勢をとってきたため、史跡の歴史的・文化的価値をいかに発信し、地域住民に史跡の価値を理解してもらうかが課題となっていた。

仕様書に沿って事業を展開し、取り組んできたが、最終的には、「バーチャル名護屋城」が楽しかったか、否か。その二者択一の回答に尽きる。アンケートや利用者から直接「楽しかった！」の言葉をいただけるのが至福のひと時である。

今後もより多くの方のご意見や気付きに耳を傾けさせていただき、博物館のおもてなし感（ホスピス）の向上に努めたい。

【補註】

1）特別史跡「名護屋城跡並びに陣跡」第４期保存整備計画では、「名護屋城博物館の役割について、佐賀県が推進する、当該エリアを対象とした観光施策、国際交流等については、名護屋城博物館及び日韓交流センターの業務として、博物館を所管する文化・スポーツ部や観光部局、国際交流部局と連携しながら、その役割を果たしていくものである。なお、保存整備事業の成果については、博物館での展示活動などを通じて、広く県民に紹介することとしており、県及び県教委が一体となった取り組みを推進していくものとする。」と位置付けている。

2）佐賀県総合計画2011<佐賀県政策カタログ2011>では名護屋城跡の佐賀県の取り組みとして、以下のことを唱い、活用を念頭においている。

［主な具体的取組］吉野ヶ里遺跡や名護屋城跡等の特別史跡の調査・研究及び保存整備・活用

（１）多彩な文化の振興と伝統文化の継承

【目指す姿】県民が、多彩な文化・歴史に触れ、これを楽しんでいる。また、佐賀県の文化的歴史的資産が適切に保存・活用されている。

【取組方針】

○文化財や歴史の調査・研究及び適切な管理・保存を行うとともに、必要な整備を行い、公開・活用します。

3）平成26年度の名護屋城跡の入城者数は、63,667人と前年比約２万人の増であった。平成26年度はNHK大河ドラマ「軍師　官兵衛」のPR効果や「九州オルレ唐津コース」の利用者の増が要因と考えられる。

【参考・引用文献】

・公益財団法人　京都高度技術研究所　2015　ASTEM NEWS　第73号　事業活動報告①　澤田沙織・池上周作
・佐賀県　2011　佐賀県総合計画2011<佐賀県政策カタログ2011>
・佐賀県　2015　佐賀県知事記者会見資料（平成27年４月１日）
・佐賀県教育委員会　2013　特別史跡「名護屋城跡並びに陣跡」第４期保存整備計画
・名護屋城博物館　2015　名護屋城博物館年報　博物館の概要
・奈良文化財研究所　2015 「デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用」 平成27年度遺跡整備・活用研究集会会議資料
・西和夫・アルセッド建築研究所　2015　バーチャル名護屋城事業報告書
・西和夫　2014　バーチャル名護屋城事業復原設計に関するメモ
・松尾法博　2015　九州博物館協議会研修会会議資料「バーチャル名護屋城」と博物館の活性化　～特別史跡名護屋城跡の保存と活用の試み～
・松尾法博　2015　肥前名護屋城復元CGの制作とその活用―バーチャル名護屋城事業と博物館の活性化―　研究紀要第22集　佐賀県立名護屋城博物館
・松尾法博　2015　肥前名護屋城CGで復元　佐賀新聞寄稿平成25年３月31日）
・佐賀新聞　2015　この人　遺跡を活用する　松尾法博

バーチャル名護屋城事業に際しては西和夫神奈川大学名誉教授、佐賀県情報業務・改革課森本登志男CIO、円城寺雄介主査をはじめ以下の方々の協力の下に完成し、協議を通して様々な具体的なアドバイスをいただきました。事業実施にあっては、北川正博館長・蒲原宏行副館長・学芸課宮崎博司・市川浩文ほか当館の学芸員の協力を得て行いました。

記

（佐賀県情報業務・改革課）打越隆敏・松永祥和（森林整備課）夏木雄一朗（文化課）田中裕之・安永浩・西岡みゆき（まなび課）園田直子・福山ゆう子（新産業・基礎科学課）小林直樹　（佐賀県観光連盟）小川幸子（肥前名護屋城歴史ツーリズム協議会）神田美栄子

歴史考証：西和夫神奈川大学名誉教授・（アルセッド建築研究所）大川井寛子・清水耕一郎

VR制作：（凸版印刷）安井政彦・内山優・安東義史・愛甲直邦・岡戸成夫

VR・ARアプリ制作：（ASTEM）澤田沙織・池上周作

航空レーザ計測：（中日本航空）　山北周司・高市善幸・増本勝巳

オープンデータ：（(株）ローカルメデカルラボ）牛島清豪

監修：西和夫・アルセッド建築研究所

昔の名護屋は大都市だった!

↑城（写真）や城下町、陣屋などを再現。タイムスリップした気分で、京都、大坂と並ぶ賑わいを見せた当時の様子を体感できる

バーチャル名護屋城

豊臣秀吉の命で築城され、当時は大坂城に次ぐ規模を誇った「肥前名護屋城」。歴史に翻弄され、わずか7年で廃城となった〝幻の巨城〟が、最新技術を使って現代によみがえった!

CGで大天守を再現 天下人の城が今、甦る

黒田官兵衛が設計したと言われ、加藤清正、黒田長政らがわずか5か月で築城した巨城をCGで再現!スマートフォン、タブレット向けのアプリ「バーチャル名護屋城」を使い、大手口から本丸・天守まで歩きながら、CGで再現された往時の名護屋城をリアルに体験することができる。また、天守からの眺望をはじめ、50か所以上のお勧めビューポイントを設定。さまざまな位置から名護屋城の景観や陣屋・城下町が楽しめる。

監修：西和夫・アルセッド建築研究所

↑博物館で無料で貸し出されるタブレットやアプリをダウンロードした自分のスマホで、CG画像が見られる

佐賀県立 名護屋城博物館には興味深い展示がいっぱい!

1 名護屋城博物館の常設展示室で歴史をたどってみよう

城跡に隣接する名護屋城博物館では、「日本列島と朝鮮半島との交流史」をテーマに、貴重な資料を常設展示。狩野派の絵師、狩野光信の作とされる『肥前名護屋城図屏風』など、名護屋城関連の展示も見応えがある。

2 音声ガイドやタブレットで博物館がもっと楽しく!

名護屋城博物館では館内案内のシステムについて、日本語の大人向け、子供向け、中韓英の外国語に対応した音声ガイドや、タブレットを利用した展示解説などが充実。すべて無料貸し出しなのもうれしいポイントだ。

名護屋城博物館DATA

住唐津市鎮西町名護屋1931-3
☎0955・82・4905 ⏲9:00〜17:00
休月（休日の場合翌日） ¥入館無料（企画展期間中は有料） P普通車63台、大型バス7台（無料） 交車＝唐津市街地より国道204号を経由して約30分
HPwww.pref.saga.lg.jp/web/nagoya.html
名護屋城 検索

体験型アプリを使って謎解きをしながら城跡巡り!

アプリ「肥前名護屋城の謎を解く」では、クイズに答えながらコースを巡り、ゲーム感覚で歴史が学べたり、名護屋城を描いた屏風絵の中にGPSで現在地が表示されるなどの機能が充実する。犬のキャラクターもAR（拡張現実）で登場。各ポイントで記念撮影しながら巡ろう。

名だたる戦国大名の陣屋跡が130か所も残る!

豊臣秀吉による「文禄・慶長の役」の拠点となった肥前名護屋城。秀吉自身も約1年間は現地に滞在したと言われている。城の周辺には、徳川家康、黒田長政、伊達政宗など全国から集まった諸大名の陣跡が130か所以上残り、足跡をたどることができる。（写真は堀秀治陣跡）。

NEWS!

「バーチャル名護屋城ガイドツアー」今春から開始!

より深く肥前名護屋城を知りたい人は、地元ガイドと一緒に城跡を巡る「バーチャル名護屋城ガイドツアー」（今春スタート）がおすすめ!アプリを利用したクイズやCG再現に加え、このツアーでしか聞けない話も交えて〝幻の巨城〟の秘密に迫ることができる。

VR名護屋城 検索

?名護屋城跡観光案内所
☎0955・82・5774

※画像はツアーのイメージです

6

図17　「バーチャル名護屋城」チラシ

バーチャル名護屋城事業　仕様書

1　事業名

バーチャル名護屋城事業

2　目的

名護屋城博物館と名護屋城跡や陣跡・城下町を結び付け、これらを楽しく見学できるシステムを構築することで、地域全体の魅力をアップさせ、博物館の入館者増と地域振興に繋げるのが狙いである。これまで名護屋城跡等の魅力を十分知らされていない人や関心のない人等を対象に特別史跡の名護屋城跡や陣屋跡など地域の歴史遺産の魅力について、高精細の城 CG 等によって再現し、館内での上映ならびにスマートデバイス上で VR・AR として利用できるようにすることにより、この地域の情報を全国に向けて発信する。これにより、地域の活性化を一層図り、入館者の増大を図ることを目的とする。

3　履行場所

佐賀県立名護屋城博物館及び受託者作業所

4　履行期間

平成 26 年 8 月 5 日～平成 27 年 2 月 28 日（契約変更により平成 27 年 3 月 19 日に延長）

5　用語の説明

本仕様書内においては、以下の用語についてそれぞれ定義する。

用　　語	説　　明
名護屋城跡	特別史跡名護屋城跡の範囲（17.2ha）とする。
陣跡	名護屋城跡の周囲 3 km の範囲に点在する 130 の陣跡（23 箇所の特別史跡を含む）とする。
城下町	名護屋城跡周辺（北側）に展開する茜屋町地区などの旧城下町
スマートデバイス	タブレット PC 及び、スマートフォンとする。
VR（仮想現実） ・ AR（拡張現実）	主に特別史跡名護屋城跡並びに陣跡や城下町の現地で、名護屋城が存在した当時の様子を CG で作成し、スマートデバイス内に再現・提示するものとする。

6　業務の概要

ア　業務内容

特別史跡「名護屋城跡並びに陣跡」の内、名護屋城跡を高精度 3 次元計測により測量し、その成果と既存の測量成果を元に高精細な、名護屋城並びに陣屋、城周辺にある城下町の CG を作成する。

それらの CG をスマートデバイスやムービーによる上映により活用することで、名護屋城博物館の入館者増を図り、より深く史跡を理解し、また訪れたくなる仕組みを構築する。加えて、佐賀県が所有する航空レーザ測量データのオープンデータ化を併せて行い、史跡探訪をはじめ、自由な発想でのデータ活用が行える仕組みを提案する。

本事業では、現地で可能な限り切れ目なく、ＣＧにより仮想現実が現れるＶＲ（仮想現実）と現実の地面や空の映像の中にＣＧの建物・人物（当時の武将）等が現れるＡＲ（拡張現実）の両方を楽しむことができ、さらに、城跡等を自由に歩き回って楽しむことができるものとする。

また、タブレット端末を利用したツアーを主体とした取組に加え、今回の「バーチャル名護屋城事業」は、タブレット端末に加え、個人のスマートフォンでも一定の範囲の情報については操作可能となるので、ツアー開催時以外でも、いつでも自由に城跡散策を楽しむことができるものとする。

イ　利用者の特性

これまで名護屋城跡等の魅力を十分知らされていない人や関心のない人等を対象とする。さらに名護屋城博物館や名護屋城跡等の来訪者及び、来館を考えている方も対象とする。

来館者に対しては、タブレット端末の貸出を行う。城や博物館に関心がない方や来館を考えている方向けについては、各個人が所有のスマートデバイスを活用する。

（ターゲット）

子供たちから年配の方まで、また歴史や城郭などへの関心の有無に関係なく、幅広い層の開拓につなげる。特に、タブレット端末の使用習熟の一助になるとともに、歴史文化を楽しく学ぶ企画を提供できることから、小中学生、高校生のほか、これまで来館機会が比較的少なかった、ＩＣＴの習熟度が高い若年層にも呼びかける取組を行う。

さらに多くの県民の皆様等を対象に多様な文化に親しむ機会を提供し、来館者の満足度を高めていく。

7　導入効果

新規の来館者を増やし、リピーターとして繰り返し来館する動機付けとする。

8　委託内容と納入成果物

ア　委託内容

（ア）名護屋城跡の 25cm メッシュデータ作成（航空レーザ測量データの補足）
（イ）高精細 CG 作成
（ウ）VR・AR・上映用 CG 動画作成
（エ）建築専門家の監修
（オ）誘客への仕組みの提案
（カ）事業運営のための仕組の提案
（キ）他事業・システムとの連携のための仕組の提案
（ク）測量成果のオープンデータ化とその活用促進のための仕組みの提案
（ケ）関連機器類導入
（コ）その他事業遂行に必要な事項
（サ）保守運用
（シ）評価指標

イ　納入成果物

（ア）成果物の納入とその時期

本業務の成果物及び納入時期は以下のとおりである。

成果物	内容	納入時期
事業実施計画書	事業の目的、実施体制、実施内容、スケジュール、管理方法等を実施計画としてまとめたもの	事業の開始前
設計書	仕様書等の要求事項を実現するために、事業に要求される内容を整理しまとめたもの。監修を受けるための CG 原案並びに、システムの仕様書を含むものとする。	構築前
監修書（報告書）	監修者の意見を集約したもの	開発前
CG 設計書	監修者の意見に基づいて、設計を行った設計書	開発前
動画	記憶媒体に記録したもの。（再生７分程度、DVD もしくはその他媒体）	納品時
CG データ	記憶媒体にて提供する。（DVD もしくはその他媒体）	納品時
測量データ	オープンデータとして公開するためのデータ一式	納品時
機器	必要なソフトウェアのインストールを実施した貸出用スマートデバイス（タブレット PC 等）30 台。その他必要な関連機器類。	納品時
ソフトウェア	機器にインストールするソフトウェア。 動作可能機器に対し、任意にインストール可能な環境を提供すること	納品時
操作手順書及び運用手順書	システムの操作方法（一般利用者及びシステム管理者用）や運用方法をまとめたもの	納品時

成果物	内容	納入時期
障害対応マニュアル	障害時における復旧手順等についてまとめたもの。	納品時
その他	事業実施にあたって、当館と受託者にて協議し必要と認められたもの一式	適時
完成図書	上記の成果物で最終確定したもの（紙面及びデータにて提供すること）	検収時

（イ）実施スケジュール

以下のスケジュールを基準とし、業務を実施すること。

平成 26 年 8 月　契約・実施計画書の提出
　　9 月　設計書提出及び、監修者との調整
平成 27 年 1 月　監修者の指導（実施状況確認）
　　2 月　実証実験並びにプログラム・機器納品（2 月末）

9　事業の要件

スマートフォンやタブレット端末を利用して、CG により仮想現実が現れるＶＲ（仮想現実）や現実の地面や空の映像の中に CG の建物等が現れるＡＲ（拡張現実）により、再現された名護屋城跡・陣跡等を体感しながら、楽しくめぐり、当時の歴史や文化について理解を深めてもらえるような内容をめざす。

今回の「バーチャル名護屋城事業」は、タブレット端末に加え、個人のスマートフォン対応も行い、城跡散策を楽しめるものとする。

また、城・陣跡・城下町など広範囲を対象とした可能な限り切れ目がなくかつ、ストレスが少ないＶＲ（仮想現実）を作成し、さらにＡＲ（拡張現実）を効果的に活用し、ＶＲ・ＡＲの両方を楽しむことができるものとする。・

(1)　名護屋城跡の 25cm メッシュデータ作成

名護屋城跡の補足レーザ測量を実施し、25cm メッシュデータを作成すること。

①　航空レーザ測量

ｲ．航空レーザ測量は、名護屋城跡の石垣等の詳細地形を取得し 3 次元モデルを作成することを目的とする。航空機は高精細、高密度計測が可能な回転翼機を使用し、航空レーザシステムは、波形記録方式とする。なお、今回の航空レーザ測量では、レーザの計測点密度が 25cm/点、取得精度が 10cm/ピクセルでデータ取得したものが必要なため、同時に搭載するカメラシステムは前方、直下、後方の撮影が可能なマルチカメラシステム又は同等以上を使用するものとする。

内　　容	スペック
航空機/航空レーザ計測システム	回転翼機/波形記録方式
航空レーザ計測点密度	25cm/点
同時搭載カメラシステム （マルチカメラシステム同等以上）	撮影方向：前方、直下、後方 （撮影解像度：10cm/ピクセル）
航空レーザ取得精度	水平・標高 10cm（標準偏差）
1/100 地形図に起こした時の誤差 （上空視界が良好な平坦地）	図上 10mm 以内（標準偏差）

②　3 次元モデル構築

航空レーザ測量成果から建物・樹木をフィルタリングしたデータから 3 次元モデルを構築する。3 次元モデルには、マルチカメラシステム等で撮影した画像から石垣のテクスチャーを合成する。

③　現地補足撮影

植生の影響によりマルチカメラシステム等で石垣が撮影できない箇所については、現地補足撮影により補完する。現地補足撮影した現地写真は、航空レーザ測量で作成した 3 次元モデルへテクスチャーとして合成する。

④　CG 作成へ移行するためのデータ形式

航空レーザ測量および現地補足撮影で取得した 3 次元データは、CG 作成へ移行するため、下記のデータフォーマットで作成するものとする。

3 次元モデル形式：Collada(dae)形式、OBJ 形式、OSGB 形式

【参考】

○佐賀県が保有している航空レーザ測量データ形式

航空機に搭載したレーザ測距装置により地上の 3 次元データ（xyz）を取得する。

・オリジナルデータ：Id, x, y, z, p（ユニーク番号 Id, 計測点座標値 x, y, 計測点標高値 z, パルス番号 p）
・グラウンドデータ：Id, x, y, z（ユニーク番号 Id, 計測点座標値 x, y, 計測点標高値 z）
・グリッドデータ：x, y, z（計測点座標値 x, y, 計測点標高値 z）
・空中写真（オルソフォト）：Tiff+tfw

＊オリジナルデータ：取得された 3 次元データ。このデータから地面データとそれ以外のデータに分類される。地面データをグラウンドデータという。このグラウンドデータから 1m 格子上に正規化されたデータをグリッドデータという。

(2) 高精細 CG 作成

（ア）VR・AR 及び動画作成のために使用する CG を作成する。
（イ）CG の作成は名護屋城博物館が提供する名護屋城付近の航空レーザ測量のデータ（佐賀県森林整備課データ）を活用する。樹木等で十分なデータがない箇所等については、補足レーザ測量を行うなど、必要な部分は受託者において測量を実施すること。
（ウ）CG は測量結果に基づいて構築した土台データを用い、地形の正確性を担保すること。
（測量データは数値地図（10m メッシュ）、佐賀県作成データ（1m メッシュ）、(1)で作った 25cm メッシュデータとし、1m メッシュデータは本館より支給する。
（エ）CG の作成については、名護屋城跡全体を対象とし、可能な限り切れ目のない３D モデルの CG を作成する。
（オ）CG は建物外観までとし、原則、建物内部は構築しない。但し、黄金の茶室と草庵茶室については建物内部まで CG を作成する。
（カ）陣跡については 2 箇所（堀秀治陣跡の本曲輪・豊臣秀保陣跡の第 1 陣主郭部）以上、城下町の一部については、茜屋町などのメインストリートなど 1 箇所以上の CG を作成する。
（ウ）データは汎用性を担保し、スマートデバイス等携帯型端末においても活用可能なものとする。
（エ）作成範囲は以下の通りとする。
　①　名護屋城（天守閣・本丸をはじめとする城全体）
　②　陣屋（堀秀治・豊臣秀保ほか）
　③　城下町の一部
　④　黄金の茶室・草庵茶室
　⑤　天守からの眺め
　詳細な作成範囲及び、精度については提案すること。
（オ）当館から提示する資料は以下の通りとする。
　①　肥前名護屋城図屏風（デジタルデータ）
　②　名護屋城及び城下町の模型（一部設計図あり）
　③　名護屋城跡山里口復元図（パース）
　④　堀秀治陣跡（パース）
　⑤　豊臣秀保陣跡（パース）
　⑥　草庵茶室（想像図）
　⑦　肥前名護屋城と「天下人」秀吉の城の展示図録

(3) 博物館ホール、ミニシアター等で上映する映像・高精細画像の作成（上映用 CG 作成）

当時の城や陣屋を体感できる高精細の映像を作成し、それらの映像を館ホール等の大画面で上映することで、来館者に「天下人の城」の壮大さを体感していただくこととする。

（ア）名護屋城・陣屋・城下町などの３Ｄモデルや博物館所蔵の「肥前名護屋城図屏風」などの高精細画像を活用して、映像を作成する。

（イ）作成した高精細 CG 画像や３Ｄモデルを元に上映時間７分以上の動画映像を１本作成し、博物館ホール、ミニシアター等で上映することとする。

（ウ）ホール、ミニシアターでの上映に関する機材は、既設のものを使うこととする。

（エ）大画面の上映については、6000lm 以上のプロジェクターでの映写に耐えうるクオリティにて作成することとし、画質は高精細なものとする。

（オ）上映時間は７分以上とし、内容は提案に基づき本館と協議の上、決定することとし、記憶媒体から開館時間内繰り返し再生できること。

（カ）上映用に加えて、多用途で利用可能な形式にて納品すること。

（キ）自由に CG を操作しながら、説明を行える仕組みを提案・導入すること。

(4) バーチャル名護屋城システムの構築（VR・AR の作成）

・バーチャル名護屋城システムは、本事業で導入するスマートデバイス（iPad mini または同等以上品）及び個人所有の端末で動作し、実際に名護屋城内及び付近を散策しながら当時の状況が VR で 360 度見渡せるシステムを構築するとともに、AR の特性を加味したシステムを提案すること。

・特に、天守閣などの建物の CG 再現のほか、最新の現地形モデル情報（地図情報）等も活用した、当時の天守閣からの眺めが体感できるバーチャル再現（城や城下町や陣屋、名護屋湾に浮かぶ安宅船、玄界灘等）なども行うこと。

（１） 城、陣屋、城下町の再現（**VR・AR**）

（２） 黄金の茶室、草庵茶室の再現（**VR・AR**）

（３） 天守からの眺めの再現（**VR・AR**）

（ア）来館者が臨場感を持って楽しみながら史跡を巡ることができるように、スマートデバイスで動作する、VR・AR アプリを作成すること。

（イ）VR・AR アプリケーションは名護屋城内、作成した陣屋、城下町などを対象とし、お薦めビューポイント数は 50 箇所以上とする。

（ウ）リアルタイムレンダリングと端末位置情報を利用することによるウォークスルー型の VR については、大手口→東出丸→三ノ丸→本丸→天守台までなどを対象とする。なお、具体的な対象範囲については、全体のデータ量など技術的な側面や安全面から設計時に対象範囲を決定する。

（エ）提案に際しては利用者のユースケース及び操作手順を提示すること。

（オ）対応 OS は iOS 及び Android とし、利用者は、貸出用もしくは個人所有のスマートデバイスを利用することとする。ユーザー登録機能を用いることも可能とするが、個人情報については取得・蓄積しないこととする。

(5) バーチャル名護屋城システムの拡張性の提案

（ア）その他バーチャル名護屋城システムの有効な活用法について、提案すること。

(6) 建築専門家の監修（バーチャル名護屋城事業の歴史考証による製作監修業務）

・城 CG 等の作成については、佐賀県立名護屋城博物館が指定する建築専門家の監修を受けることとする。建築専門家への監修費用等は受託者負担とする。

・名護屋城内の復元 CG 等を作成する際は、名護屋城模型の監修者でかつ名護屋城跡並びに陣跡保存整備委員会委員である西和夫　神奈川大学名誉教授・アルセッド建築研究所の指導および監修を受けることとする。

A 監修内容

・監修内容は、バーチャル名護屋城事業のための歴史考証を行い、それに基づいてバーチャル製作の監修業務を行う。

・復元検討に伴う図面作成は天守閣および本丸御殿のみとし、その他の名護屋城内、黄金茶室・草庵茶室・堀秀治陣跡・豊臣秀保陣跡・城下町の一部については、受託者が作成した CG 作成案についての指導・助言を行うこととする。

・建築監修の成果を監修書類として報告書にまとめる。

B バーチャル名護屋城事業のための歴史考証

(1)関連が深く、参考になる既往研究の収集・整理を行い、検討資料とする。

(2)大阪城など可能な範囲で類例の調査を行い、検討資料とする。

(3)これまでの検討資料を参考にして、名護屋城の復元（想定）配置図の作成を行う。

(4)これまでの検討資料に基づいてバーチャルの内容とその構成を検討し、(1)～(3)の検討についてまとめ、報告書を作成する。

C 業務条件

・調査研究によって得られた知見については、報告書を作成して報告するが、その著作権は佐賀県、西和夫神奈川大学名誉教授及びアルセッド建築研究所に帰属する。

・業務を進めるにあたって重要な資料となる、これまでの発掘調査結果については佐賀県立名護屋城博物館から提供を受けることとする。

・バーチャルの内容やその構成については、本監修業務を通じて明らかにする歴史考証に基づくこととし、すべてに優先した判断として進める。

・従ってバーチャル名護屋城事業の CG 制作業務受託者は歴史的検討については、監修者と佐賀県の判断に従うものとする。

(7)事業運営のための仕組み作り（バーチャル名護屋城事業の運営システムの構築）の提案

地元のボランティアなど地域との連携を推進し、バーチャル名護屋城ツアーの開催や、個人のスマートフォンでも城跡巡りをしていただくことで、名護屋城の歴史文化を体感する一助にする仕組みを提案すること。

イ　スマートフォンやタブレット端末を利用した城跡・陣跡等の散策システムを構築することで、往時の景観などを VR や AR でリアルに体感でき、個人でも団体でも、気軽に、楽しく名護屋城跡や陣跡を見学できるようにする。

ロ　個人向けには、スマートフォンを介して「城跡案内アプリ」をダウンロードしていただき、博物館を起点に個々人で城跡等を周遊し、再び、博物館にもどっていただくといった利用とする。

ハ　一方、スマートフォンを持っていない方などに対しては、タブレット端末（iPad mini 等）を博物館の受付で本人確認を行った後に例えば、無料で貸し出すなど、タブレットを屋外で楽しみながら、城跡等を周遊していただき、再び、博物館に戻って来ていただくことを予定すること。

ニ　「城跡案内ツアー（バーチャル名護屋城ツアー）」等も計画し、新たな話題性を呼ぶことで、館や地域の更なるイメージアップを図り、地域連携活動の起爆剤になるように提案すること。

ホ　本事業の広報について、ホームページや LINE による配信等を行い、Web 上でタイムリーな情報を提供する方法を提案すること。

(8)誘客のための仕組みの提案

本事業の広報について、ホームページやＳＮＳ連携による告知の他、生活者がいかに興味を抱く広報となる戦略や施策アイデアについて提案すること。なお、本事業内の予算で実施が困難な施策アイデアについてはその別途予算についても提案すること。また、サーバ等必要なインフラについても別途予算を含めて提案を行う。

(9)他事業・システムとの連携のための仕組みの提案

他事業・システムの連携・差別化を提案すること。

（ア） 平成 25 年度事業で取り組んだ「城跡案内アプリ作成事業」は、城跡めぐりの基本的な情報を整理し、スマートフォンやタブレットなどの情報端末を利用して、クイズや謎を解きながら楽しく城跡を散策するシステムを作成するものである。既存の iPad mini についても「バーチャル名護屋城」が利用可能な状態となるようデータ入力その他の対応をすること。さらに従来の城跡ナビゲーションシステムを今回のシステムで使えるようにすること等、アプリの連携・統合を図り、よりアミューズメント性を高めた内容を提案すること。

（イ）連携に必要な仕様についてはオリエンテーション時に提供し、ソースコード・素材画像・音声等については契約締結後提供する。

(10)測量成果のオープンデータ化とその活用促進のための仕組みの提案

測量データのオープンデータ化とその利活用アイデアを提案すること。それに基づいてオープンデータの形式や発信方法について佐賀県と受託者で議論を行い、受託者は仕様書を作成すること。なお、本事業の予算内で実行が困難な施策アイデアについては、インフラを含め、別途予算も提案をすること。

(11)関連機器類導入

以下の機器について導入すること。

（ア）iPad mini または同等品以上のタブレット PC 端末 30 台（貸出用）

（イ）上記については、最新の GPS 機能を有するものとする。

（ウ）iPad mini または同等品以上のタブレット PC の付属品とケース、充電器（30 台分）等　１式

（エ）上映に必要な機器類（本館所有機器で対応出来る場合は不要）

（オ）その他提案者が必要とする機器・設備類

(12)その他独自提案

本事業をより効果的に実施するための追加提案

(13)保守運用費

（ア）運営の方法や運営費用について、提示すること。その際、クラウドサービスを　含めてよいものとする。

（イ）平成 26 年度内に係る費用については委託費に含めるものとする。

（ウ）平成 27 年度以降の運営についても提示すること。

（エ）システムの保守運用費の低減の方策について提案すること。

(14)評価指標

本事業の成果指標は以下の通りとする

① 貸出スマートデバイスの利用者数

② アプリケーションのダウンロード数

９　信頼性等の要件

(1) 信頼性

（ア）貸し出しスマートデバイス及び関連機器については、開館時間内問題無く動作 すること。

（イ）個人スマートデバイス及び関連機器については、24 時間 365 日動作すること。

（ウ）その他必要な機器類については、利用ケースに基づき必要な可用性を確保すること。

(2) 可用性

（ア）アプリケーションに不具合が確認された場合は契約期間中すみやかに Appstore もしくは Playstore にアップデートを提出すること。

(3) 完全性

（ア）アプリケーション内のデータが破損した場合の復旧を速やかに行う方法について、本館に提示すること。

(4) 機密性

（ア）ユーザ情報の取得は運用上必要最低限に止め、取得した情報については漏洩・改ざん等事故が発生しないように対策を行うこと。

(5) 拡張性

（ア）CG については、様々な活用ができるように考慮提案すること。

（イ）アプリケーションについては、他システムとの連携の為の拡張性を考慮し、拡張のための仕様が提示できること。

(6) 上位互換性

（ア）委託期間内に OS のアップデートが発生した場合は対応すること。

(7) システム中立性

（ア）アプリケーションは仕様の実現上特に必要な場合を除き、受託者への依存性の　高い技術を利用せずに構築すること。

(8) 機器構成

（ア）スマートデバイス（個人端末・貸出端末）

（イ）投影用装置（本館所有のプロジェクタとする）

（ウ）その他必要な機器

(9) ソフトウェア構成

（ア）スマートデバイス用アプリケーション（iOS・android 対応）

（イ）その他必要なソフトウェア

(10) アクセシビリティ要件

（ア）スマートデバイスについて不慣れな利用者でも、複雑な操作を行う事なく利用できること。

（イ）屋外での操作の際にも安全に利用できること。

１０　テスト要件

開発を行うシステムについて，単体テスト，統合テスト，総合テストなど必要と考えられるテストとその手法をテスト計画書として取りまとめ，本館の承認を受けた後にテストを実施すること。また，テスト結果は，テスト結果報告書として取りまとめ，本館の承認を受けること。

１１　研修

（ア）システム導入時に、必要なマニュアルを納品すると共に、職員に対し研修を行うこと。

１２　実施体制等の要件

(1) 実施体制

ア　本業務を確実に履行できる体制を設けること。

イ　本業務の実施に当たっては，受託事業者側で事業マネージャーを設置して，事業の進行管理を行うこと。

ウ　本館との窓口は事業マネージャーが行うこと。

エ　本事業の実施にあたり、受託期間中最低でも月に一度は名護屋城博物館にて担当者と打ち合わせを行い、進捗やシステム内容について協議すること。

オ　佐賀県内 IT 企業との連携や佐賀県内情報産業への貢献内容について提案すること。

(2) 導入

ア　本館内及び関係施設において作業を実施する場合は，作業期間及び作業時間について事前に本館と協議すること。

イ　本館が承認した作業場所以外で業務を行わないこと。

ウ　本館が指定する場所以外に個人情報を持ち出さないこと。

１３　制約条件

(1) 作業の実施場所は，本館が指定し，又は許可した場所で実施しなければならない。

(2) 本館のネットワークに，外部から接続することはできない。

(3) 本館のネットワークに，許可されていない端末を接続することはできない。

(4) 平成 27 年 2 月 28 日までに，すべての作業を完了し，検収を受けなければならない。

(5) 導入に必要な設定変更作業は，休館日または平日の午後６時以降に実施する。

１４　特記事項

(1)当業務を遂行するに当たって，新たに発生した設計書類等及び開発部分（市販の汎用アプリケーション等パッケージソフトに帰属する部分を除く。）の著作権その他権利については，佐賀県に帰属するものとし，提案者は成果物に関する著作者人格権を行使しない。

(2)当業務の範囲内で，第三者が権利を有する著作物又は知的所有権等を利用する場合は，提案者の責任において，その権利の使用に必要な費用を負担し，使用許諾契約に係わる一切の手続を行う。

(3)城と城下町模型や展示品等の撮影や計測は佐賀県立名護屋城博物館内で行う。基本的に展示品の貸出しは行わない。

(4)城と城下町模型など貴重な展示品等の撮影や取り扱いに際し、受託者は当館学芸員の指示を受けること。

(5)システムは幅広い年齢層が利用することを意識する。但し、年代毎の好みに留意すること。

(6) 名護屋城を設計した黒田官兵衛が築城に携わった「福岡城」・「中津城」・「姫路城」などの情報や黒田官兵衛と名護屋城との係わりについても取扱い、話題性をもたせる工夫を行うこと。

デジタルコンテンツを活用したガイドツアー
― 教育的活用と地域づくり ―

保阪　太一（南アルプス市教育委員会文化財課）

１．はじめに

山梨県南アルプス市は平成15年４月１日に４町２村が合併して誕生した市であり、合併当初の文化財をとりまく印象としては、文化財とりわけ埋蔵文化財への理解が低かった感がある。当然歴史に裏付けられたまちづくりへのニーズがあるわけもなく、合併後の課題としてまずは埋蔵文化財について知る機会をまちぐるみであの手この手で増やし、ニーズを掘り起こしていくということであった。そこで、市民と接する機会を増やし、たくさんの出前授業やガイドツアーなどの「文化財課のお手伝い」を実施してきた。

今回主に紹介する、市内にQRコードを配置し地域の子供たちの音声ガイドを提供するシステム「文化財Mなび」や拡張現実（以下AR）機能を用いて地下の遺構を覗き見ることができるアプリケーション「MなびAR～遺跡で散歩～」もそのような動きの中での取り組みである。

ARアプリケーションは、発掘調査によって確認された地下の遺構を、現在の景色の中でモバイル端末を通して覗き見るアプリケーションである。「ガイドツアー」など地域を案内する日々の中で、史跡だけでなく記録保存の調査をおこなった遺跡でも現地で遺構を体感できないものか日々感じており、待望の導入といえる。

当時、地下の遺構を見せる汎用アプリケーションの提供は全国で初めてのことだと認識しているが、ここで報告される他の事例のような高い精度性や特別な仕掛けを用いた取り組みではなく、必要最低限、遺構を見せるだけのものであり、今回報告することを躊躇していた。アプリ自体も論じるようなものではなく私自身専門性も持ち合わせていない。ここでは、著名な史跡を有しない本市がARの導入へと至った経緯や背景、本市の活用の実態などに割合を多く割いてご紹介させていただきたい。

２．南アルプス市の埋蔵文化財行政の歩み

（１）南アルプス市の位置と概要

南アルプス市は山梨県の西部、甲府盆地の西縁から山間部は長野県・静岡県と接する264㎢、人口約72,300人の市である（図１）。

日本第２位の高峰北岳、第３位の間ノ岳を中心とした山岳観光、そしてモモ・スモモ・サクランボに代表される果樹観光が目下本市における「売り」であると認識されているが、この果樹栽培も、2,000mを越す山々から流れ出る御勅使川（みだいがわ）によって形成された国内最大規模とも言われる「御勅使川扇状地」という地形に起因しており、その特徴

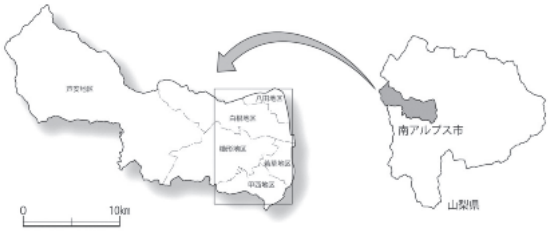


図１　南アルプス市の位置

ある風土は独特の歴史を築いてきた。しかし、水に苦労してきたという環境はネガティブなDNAを形成するに十分であった。国内最大規模の扇状地は遺跡を厚い砂礫で覆っており、合併当初の市民には、地元に歴史的な厚みがあるという発想はなく、開発等に伴い埋蔵文化財の取り扱いで来庁される方々も本市に遺跡があることを驚かれる状況であった。

（2）南アルプス市の遺跡の概要と堤防遺跡

南アルプス市には現在471箇所の周知の埋蔵文化財包蔵地があり、その内、本市の特徴的な遺跡として、治水・利水にかかわる「堤防遺跡」とアジア太平洋戦争時の戦争遺跡「ロタコ（御勅使河原飛行場跡）」が挙げられる。本市では合併当初にこれらの遺跡を重点的な取り組み課題に位置づけ、考古学的手法を用いて継続的に調査し、最新の調査結果をガイドツアーやガイドマップ、広報などの多様な方法でなるべく即時的に市民と共有することで現地での保存やまちづくりへの活用を目指してきた。

特に、御勅使川の周辺には、いくつもの堤防遺跡が遺されており、その一部は「御勅使川旧堤防（将棋頭・石積出）」として平成15年に国の史跡に指定されている。これらの存在は本市が歩んできたストーリーのメインを成し、オリジナルなまちづくりを行うには欠かせない歴史資源といえる。堤防遺跡は分布調査と保存を目的とした試掘調査を繰り返し実施し、正しい価値付けを行い、国史跡への追加指定など遺跡の保存・活用につなげている。

文化財課ではこれらの堤防遺跡をつなぎ歩くことを重要視しており、文化財課主催の総合体験型の史跡めぐり「語り部と歩くふるさとの文化財」のほか、学校や多種多様な団体を現地へご案内し、堤防遺跡と治水の学習の場として広く展開している。

（3）埋蔵文化財をめぐる課題と取組み「文化財課のお手伝い」

冒頭で述べた通り、合併当初の本市は、文化財保護行政をより円滑に進めるためにも、市民の理解拡大・ニーズの掘り起しが早急な課題と考え、教育普及に力を入れることを選択している。そのため、出

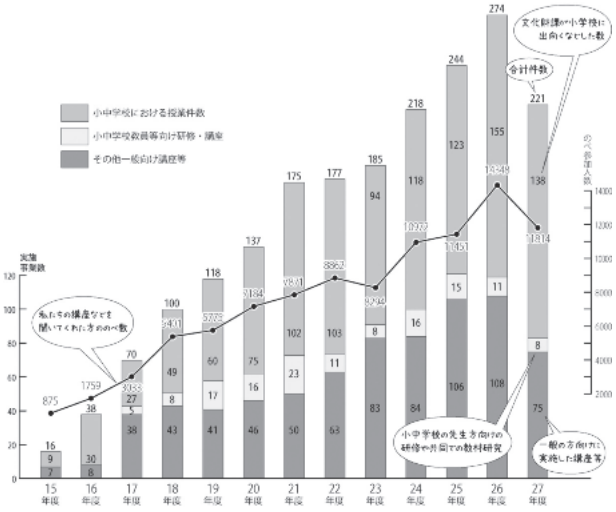


図２　教育普及事業の実施数および参加者数の推移

前講座や史跡案内はもとより、どんな相談でも文化財からの切り口によって対応するよう心掛け、さまざまな「人」とつながり、「文化財課のお手伝い」と名づけた教育普及活動を継続している。

本市には、全国にその名を轟かすような史跡があるわけではない。そのようなまちでも地域が誇りを持って歴史の厚みに裏打ちされた未来をつくることを目指して種をまき続けているもので、「ふるさとを好きになってほしいから」をスローガンに、学校に限らず市民団体や地区、各種団体、町内会の寄り合いに至るまで出向き、屋内での講座とともに現地を歩くことも地域を育むこととなり、ガイドツアーやフィールドワーク、ワークショップなど地域づくりのお手伝いを実施している。平成26年度には年間で274件、参加者14,348名を数え、そのうちガイドツアーは84件実施している（図２）。

（4）埋蔵文化財の教育普及事業

埋蔵文化財に触れる機会を増やすため、多くのツール・コンテンツを作っている。またこれらは、先述した「文化財課のお手伝い」事業でも日ごろから存分に活用している。

1）体験事業用のツールと広報資料

「遺跡で散歩」シリーズ（ガイドマップ８種（図３）、ガイドブック４種、遺跡情報発信板、児童の手描き遺跡情報発信板）、遺跡情報発信システム「文化財

図３　ガイドマップ「遺跡で散歩」シリーズ

Mなび」、動画配信「MなびMOVIES」、ARアプリケーション「MなびAR～遺跡で散歩」

なお、これらの事業の多くは、平成17年度より国庫補助事業「埋蔵文化財保存活用整備事業（現「地域の特色ある埋蔵文化財活用事業」）を活用している。

２）文化財普及事業

文化財課のお手伝い（平成27年度221件）、メールマガジン「よみがえる原風景」連載、市広報「ふるさとの誇り」連載、CATV番組作成「南アルプス市歴史探訪」、その他体験学習事業や文化財拠点施設「ふるさと文化伝承館」を活用した事業等を精力的に実施している。

３．新たな課題と教育普及の方針

（１）多世代の取り込みと見えないものを意識させること

種まきの試行錯誤を繰り返す中で、まずはひたすらに知っていただく機会を増やすことから開始するが、実績を積むことにより新たな課題が見え、主に次の二点について心がけることとなった。

１）多世代、他世代の関心を得ること

関心の高い世代を除いて、まずは学校などの児童や生徒への普及から始め、網羅できた後には最も我々の分野と遠い存在となる30・40代の働き盛りの世代へとターゲットを広げることを選択した。

２）目に見えないものへの関心

もう１点は遺跡のように目には見えないものをいかに意識してもらうかということであり、発掘調査中は遺跡に関心があった地元の方でさえ調査を終え工事が進めば話題に上がることはなくなる。すべての分野に共通することだが、見る機会がなくなると話題にあがらなくなり、地域から消えてゆく運命をたどることとなる。

（２）遺跡情報発信板・児童手描きの遺跡情報発信板

１）概要

そこで、まず発掘調査が終了し、工事を終えた地点においても遺跡や調査成果の概要を伝えるものとして遺跡情報発信板「遺跡で散歩」シリーズを設置した（平成17～22年度）。いわゆる遺跡の説明板で、11箇所に設置したが、そのうち４箇所については小学校と連携して児童による手描きのものとした（国語の教育指導要綱　「壁新聞を作る」、「パンフレットを作る」等を応用）。また、同様に手描きの案内板も６箇所設置したが、印刷および設置については耐久性の高い仕様とし、文化財課で実施している。

２）効果

発掘調査の終えた遺跡においても関心を継続する試みであるが、子供たちの手描きの文字や絵は、児童のご家族をはじめ、お年寄りまで多くの方の関心を得、10年近く経つ現在でも市内の小学生がこの説明板を観て学んでおり（図４）、それまでになかっ

図４　手描きの情報発信板で学ぶ後輩たち

た効果として、６年生になる前に遺跡のことを知っている児童が増えている点が挙げられる。やがて、この発信板を描いた児童も親となり、その子供たちがこの発信板で学ぶことを楽しみにしている。

しかし説明板の増設は景観面など配慮すべき点が多いため、平成23年度からは児童の音声で遺跡情報を発信する取り組みへと移行している。

４．遺跡情報発信システム「文化財Mなび」～こどもたちの声がふるさとをつなぐ！～

（1）システムの概要

史跡や遺跡、歴史資源をPC・携帯などを通じて写真と文章で紹介するとともに、地域住民やこどもたちの声による音声ガイドも備えたサイトを作成した（23年度）（図５）。

・市内に設置されたステッカーのQRコードから情報を得て「まちめぐり」ができる。

・パソコン・携帯・スマートフォン用とそれぞれ対応している。

・各コースのガイドマップをダウンロードできる。

・地元のこどもたち・地域住民（方言）による音声ガイドが聴ける（学校との連携）。

・調査の終了した遺跡には景観に配慮した小さな発信板を設置している（すでに説明板などがある場所にはQRコードをデザインしたステッカーを貼るだけ）。

計画当時の平成22年は携帯電話が主流であったため、携帯電話に対応するシステムで開発した。音声ガイドについては大手３社でそれぞれ音声データの形式が違ったため、それぞれに音声データを変換する必要があった。計画時の平成22年度にすでにARアプリケーションの開発を視野に入れており、翌年にはスマートフォン対応へとバージョンアップしている。

実際に、まちなかの何気ない場所にステンレス製の情報発信板が立っており（図６）、通った方が「見

図５　チラシ表・裏面

図６　情報発信板の状況

えない」ものに気づく仕掛けとしている。さらに、サイトで紹介している地点は年々増強しており、現在約200件を超え、児童による音声ガイドは遺跡を中心に約60データが公開されており、ガイドツアーで利用することの多いポイントから整備している。中にはインバウンド向けと英語の学習を兼ね英語のガイドにも取り組んでいる。このような取り組みができるのも、それまでの学校との連携によって培った信頼関係があるからこそといえる。これもまた、家族をはじめ、多くの世代の方が地域に目を向ける契機となっている。関連するガイドマップもダウンロードでき、他のポイントなども広く知ることができ、一人でガイドツアーを楽しむこともできる。

（２）利用形態と課題

この事業は、若手職員による政策勉強会の中で採択されやすい山岳観光向けに提言したもので、その後文化財課の事業として本格化するという段階を踏んでいる。そのため市単費事業と埋蔵文化財活用の国庫補助事業との併用で実施している。現在のところ４年が過ぎて６万９千ビューなので決して多いとは言えず、課題の一つである。それでも、観光地でもない地域の遺跡に現地での利用者がいることは一つの成果といえる。

QRコードは特に若い年齢の方には抵抗無く使用されるので、若い世代を取り込むことも狙いのひとつとなっている。

現在では、さらに子供たちが地元の遺跡や歴史についてレポートする動画を作成し、動画投稿サイトとリンクして公開する準備を進めている。このように「文化財課のお手伝い」事業を行う中で「文化財Mなび」やその他のコンテンツは互いに関連し活用できている。

５．「MなびAR～遺跡で散歩～」の取組み

（１）MなびAR～遺跡で散歩～の方針

１）経緯とねらい

これまでみてきた一連の流れがARアプリケーションに取り組む背景といえ、それらは本事業の狙うべきポイントともいえる。概要は以下のとおりである。

・何気ない風景の中に歴史資源があることを知ってほしい。
・見えなくてもそこにあることを知ってほしい。
・史跡や歴史資源などの「ガイドツアー」をする際に活用できるコンテンツを充実させたい。
・アプリケーションなど、若い世代に受け入れやすい手法を用いたい（多世代へのきっかけ）。
・膨大な費用をかけずに工夫して行いたい。

つまり、多世代をとりこめるありとあらゆる手段で歴史資源や埋蔵文化財に触れる機会を増やすこと。そして目に見えなくてもそこにある資源を認識させること。これらを意識してきた延長にARアプリケーションを採択したものといえる。

２）ARの方針

ARの活用については当初は「文化財Mなび」を補強するかたちで、画面上で「エアタグ」を表示して、遺跡などを案内する方法と、現地では見えないものを復元し、３Dを画面上に見せるという方法の二通りで検討していた。しかし、文化財Mなびが開始して間もないことから、エアタグについては、活用の実態を検証した後に検討することとして見送った。

次に、地上に遺構を復元することと、地中の遺構を復元することの選択で検討した。当然、当初は史跡での活用を発想したのだが、既述の通り本市での課題をクリアするには、何気ない風景の足元に歴史資源があることを実感していただくことと、現地へ訪れることが地域資源を軸にしたまちの活性化に必須と考えてきた経緯や、これまでの経験で史跡でない場所でも地下の遺構を体感して欲しいという思いにかられることが多かったことから、「記録保存の調査を行った遺跡でも現地で遺構を体感できるアプリケーション」という方針とした。

（2）ARアプリケーションの概要

1）アプリケーションの概要

上記の通り今回のARアプリケーションは地下の遺構を再現することを選択し、発掘調査時に記録した３Dデータを活かした新たな試みとした（図７）。

本アプリケーションを計画した平成22年当時にも、存在しない天守閣をARアプリで再現する取り組みは数箇所で行われていた。しかし、今回は史跡ではなく、工事計画によって調査が行われた調査地点の遺構を復元するものである。地上ではなく、地下の遺構を可視化するARアプリケーションの例は全国的にもそれまで無かったように思われる。記録保存の現地において遺構を体感できる方法として可能性を感じている。

2）アプリケーションの特徴

内容

- 過去の調査によって検出された地下の遺構を３Dで見せる。
- 現地で、原寸で見ることができる。
- 個人所有のモバイル端末を用いて一般に入手できるアプリケーションとする。
- 地上にある遺構との位置関係を安定して示すことができるようマーカー方式を採用する。
- 指定史跡でなく記録保存の調査を実施した遺跡で行う。

図７　「MなびAR～遺跡で散歩～」チラシ表面

アプリケーションで提供しているサービス

・調査により検出した遺構および土層断面の３DCG

・標高

その他

・必要最低限の表現のみでシンプルなものとする。

・膨大な費用をかけない。

（３）アプリケーション公開までの流れ

１）開発及び公開までの経緯

計画当初は市役所内でARへの認識はほぼ皆無といえた。国庫補助金を活用する中で、年度ごとに完結できるようにしながらも、その都度周囲の理解を深めながら段階を踏むことを心がけた。そのため最初のアプリケーションがandoroid版、iOS版ともにそろって市場に公開されるまでには３年を要している（下記①～③）。以下年度ごとの概略である。

H22年度　「文化財Mなび」を計画。計画にはARアプリも盛り込む。補助事業の申請・計画書の提出。

H23年度　「文化財Mなび」の完成・公開。

H24年度　「文化財Mなび」モバイル端末版の作成。①「MなびAR」のアプリケーションをAndroid版で開発、デモ用の仮マーカーとともにデモ公開を開始。

H25年度　②「ガイドツアー」やふるさと文化伝承館でデモの実施とandroidのストアであるGoogle　playで公開。現地にマーカーの設置。

H26年度　③iOS版を開発、App Storeで公開。

H27年度　第２地点目を作成・公開（android版・iOS版、マーカーの設置）。

２）業者選定の流れ

公開までの大きな流れは以上の通りであるが、構想していた平成22年・23年当時は現在ほどARの取り組みはみられず、各社に実績の情報を求める中で、文化財に関するARの開発実績やARエンジンを開発されている業者など数社と、事前に意図と内容を伝え、地中を見せる表現が可能かどうかなどの仕様と費用について繰り返し資料のやり取りをした。その中で本市での方針とすり合わせが可能と判断できた数社にしぼり、競争により選定している。

その結果選定されたのは、すでに津山城の天守閣の復元アプリケーションを開発していた業者であった。

最初の地点（以下第１地点）に関しては予算上の意味合いもあって合計３年費やしたが、翌年予算が付けられずにその段階で終了しても活用できるよう計画した。３年間の合計で90万円強でアプリケーションを開発でき、周知用のチラシやマーカーの印刷代などは別途要している。第２地点は最初のアプリの改変であり各ストアへの再登録代を含めても80万円以下で作成できている。これもマーカーにかかる費用は別途要している。これらの開発には国庫補助金を活用している。

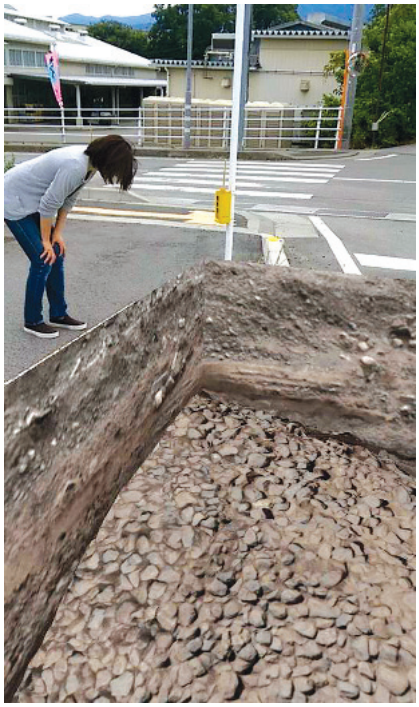
（４）対象とした遺跡

１）「御熊野堤（おくまんどい）」の調査

今回のアプリケーションの取り組みは遺跡ありきではなく、方針を決めてから、過去の調査事例からの遺跡の選定であった。

堤防遺跡「御熊野堤」は「前御勅使川堤防址群」のひとつで、現在は市街地と化した前御勅使川の存在を語る数少ない証拠の一つである。前御勅使川の堤防址のうち唯一長距離にわたり遺存しており、本市の治水の歴史の学習や「ガイドツアー」に欠くことのできない遺跡であり、活用面での有効性と、本

図８　「御熊野堤」とAR設置地点の位置



左側写真：第１地点
「出し」調査風景（上段）、アプリ起動時の画面の様子（中段）、アプリ使用時の様子（下段）

右側写真：第２地点
調査風景（上段）、アプリ起動時の画面の様子（中上段）、マーカー設置状況（中下段）、マーカー（下段左）、説明板（下段右）

図９　各地点の調査風景とアプリ起動時の様子

市のオリジナル性から「御熊野堤」を選定した（図８）。

「御熊野堤」は、開発に着手する平成24年に堤防の一部を削平して道路を通す計画があがり、記録保存を目的とした発掘調査を実施していた。調査の結果、山から運ばれた土砂により河床が高まると、堤防も嵩増しするという行為を繰り返していた様相がみとめられ、また、堤体を守るための蛇籠やこれまで認識されていなかった「出し（水制のひとつ）」などの施設も検出できた。現在は市街化されているこの場所の地下にも堤防が続いていることや、土手状の高まりがその遺構と一体のものであることなどを認識するのにARは有効と考えた。特に第１地点では「出し」を、第２地点では土層断面をARの対象とした（図９）。

２）記録保存の遺構を対象としたポイント

・石積みの測量には写真測量を実施していたこと。
・調査終了後にARに取り組んだため、ARで活用することを意識した調査はおこなっていないこと。
・図面やCADデータ、測量用の写真があり、CGを作成する際に有利である。
・土層断面や調査風景なども含めて、写真を多く撮影しておくとCG作成に有効となること。
・建物復元などの検討の必要がないこと。

（５）AR開発と作業について

１）仕様の特徴

・活用する際の必要性を考えてのクオリティーに押さえ、また、デザインやチラシなど担当者により作成できることは行い、低予算で開発することをこころがけた。
・作成する３DCGは測量データ（DXFデータ）と写真から作成すること。
・石一点ずつの立体感までは求めず、「石の集合である堤体をひとつの立体としてとらえ、堤体の形、高さ、角度、奥行き、地面からの深度など、現地において対象物を回り込んだ際にその位置関係、立体の関係が把握できるようにすること」で作業量・経費を削減した。
・UI・デザインは、これまでの「文化財Mなび」や「遺跡で散歩」シリーズのデザインを踏襲し、市担当者により作成したデザインをもとに完成させることとした（図10）。
・マーカーデザインは市担当者が作成した（図11）。
・マーカーの一部しかレンズに写しこめなくてもARを表示維持できることをうたった。
・ARエンジンについては受託業者により開発したもの、あるいはライセンス費用の不要なものを使用することを盛り込んだ。
・ストアへのアプリの登録費用を含めた。

２）ARエンジンと作業

AR作成の具体的な流れは、主にCGを作成することとARとしての表示を調整することになり、主に委託先で行う作業である。それぞれの特徴を流れに沿って挙げる。

CG作成について

・発掘調査で作成したDXFデータを下絵として用い、３DCGソフト（３ds max）により遺構モデルデータを作成。
・発掘現場写真を使いCGの表面に質感を割り当てる。
・担当者と繰り返し確認しながら微調整をおこなう。

ARについて

・市担当者が作成したマーカー画像をもとにマーカーデータを生成。その際マーカーの認識度チェックを行う。
・レンズが外れても認識を維持できるよう、背景などにもポイントとなる文字や写真を多用した（背景の礫なども認識するポイントになっている）。
・マーカーデータをアプリケーションに組み込む。
・マーカーのサイズ、設置角度などを現地での計測データと合わせ、マーカーに対しての遺跡CGの表示サイズなどを調整していく。

今回のARエンジンは汎用性の高いVuforiaを使用しており、低価格化が実現できたものとみられる。Vuforiaは、ARの認識力、追従性がともに高く、レ

ンズがマーカーから外れた場合も認識し続ける点で優れている。今回のように至近距離で大型のCGを表示するARに適していると思われる。Vuforiaの使用については、仕様で指定したわけではなく、あくまでも活用条件を示したのみである。

図10　アプリ起動時のUIデザインと、ヘルプ画面、ロゴ

図11　第１地点のマーカーデザイン

（６）アプリケーションのバージョン

アプリケーションは第２地点を公開した時点でVER2.0としている。対応OSはAndoridは2.3以上で約10mb。iOSは6.0以上で21.5mbである。

（７）地下遺構を表現するための課題

通常、大規模な対象物を再現させるARの場合、たとえば天守閣などの建造物の復元ARの場合には十分な「ヒキ」をとって使用する環境が多い。

今回第１地点では平面４×５ｍ×深度２ｍのトレンチが画面上に現れるため、マーカーを貼り付ける道路面から手元までの距離を考慮すると、極端に大きな対象を示す取組みと言える。

また、通常マーカー方式でマーカー上にもっとも効率よくCGを再現する場合、再現CGとほぼ同じ大きさのマーカーが必要と言われるが、今回は物理上不可能であり、表示サイズを調整している。マーカーサイズは1.0m×1.7mで、印刷したシートを遊歩道へ貼り付けている。

第２地点は５×５ｍという土層断面の範囲を再現したが、道路の擁壁に設置するためマーカーの規模に限度があった。しかし、道路を挟んだ対面からの使用で、マーカーからモバイル端末までの距離は約6.0mとなり、第１地点と違いマーカーまでの距離が離れすぎて、文字などを大きく表示したが認識できる限界であった。マーカーサイズは1.3m×1.2mである。

第１地点のCGは足元にトレンチ状の穴が現れる表現とし、手前の壁を半透明にすることで地下を表現した。しかし、第２地点は切り通した擁壁の内部でありトレンチ状に表現できないため、地下の表現は困難であった。

（８）活用と展望

・観光地や史跡ではないため、遺跡目的の来訪者はほとんどいない。しかし、地域住民が利用する遊歩道であり、住民の認知度は高い。
・普通の景色の中に溶け込み目立ちにくい。
・設置時はメディアに多く取り上げられたが、以降

ふるさとの誇り 108

地中の遺構を眺めるしかけ
「MなびAR～遺跡で散歩」

地域の歴史を伝えたい！
見えないものも伝えたい！

アプリ「MなびAR～遺跡で散歩」

道路工事の計画などに伴って発掘調査が行われた遺跡は、調査後は埋め戻されることがほとんどです。そこで、AR（拡張現実）技術を用いて、発掘時の姿をスマートフォンなどの画面上に再現する取り組みを行っています。実際には見ることのできない地面の下の遺跡を、現在の風景の中でのぞき見ることができるのです。

「御熊野堤」の調査成果を体感する

八田地区、旧運転免許センターの南側の土手は、明治三一年まで流れていた「前御勅使川」の右岸を守る堤防跡で、古くから「おくまんどい」と呼ばれていました。発掘調査では、河床が砂で埋まって高くなるとまた堤防を上に積み上げて、何度も堤防のかさ上げをしていた様子や、これまでわかっていなかった「出し」の存在など、先人の水との闘いの歴史が確認できました。

地下の歴史資源も地域の魅力

全国でも遺跡でのAR技術の活用例は非常に少なく、史跡などで建物を復元して見せるといった取り組みが少しあっただけで、地下の遺構を再現するといった試みは国内で始めての取り組みでした。ぜひ、地下の歴史資源を体感してみてください。

第１地点での様子（※1）
スマホやタブレットを使って、アプリケーションを起動させ、マーカー（地面に貼り付けられたシートやパネル）へレンズを向けると、、、地面の下の遺構を360度から覗き込むことができます。右写真のように実際にはシートを向いているのですが、画面の中では上の写真のように見えています。
第１地点では「出し」などが見え、画面右側には標高も示しています。

遺跡の解説にもなっているこのシート全体を読み込みます。

※１　第１地点のマーカーは旧運転免許センターの南西の角、新しくできた歩道に貼り付けられています。歩道内でご利用ください

14

AR第２地点も新登場！

第２地点は道路を通すために堤防址が分断されるため、壊れる部分の発掘調査を行いました。調査では、第１地点と同じく何度も堤防のかさ上げをしていた様子が確認できました。
第２地点では、かつての堤防と、蛇かご、土層の断面などを見ることができます。※２

このパネルへレンズをむけます。

ノェンスの内側から眺めます。

アプリを起動して眺めると調査時の土層が見えてきます。眺望ポイントには解説板もあるので見えている遺構の内容などがわかります。

写真の中の方は実際に遺構が見えているわけではありません。スマホを通すとこのように見えます。

第２地点の調査中の様子。

全国から視察も！

この取り組みは全国から注目されており、熊本県や鳥取県をはじめ全国から視察がありました（写真は三重県津市職員による視察状況です）。

伝承館で体験できる！

ふるさと文化伝承館では館内でのデモ体験用にタブレットを用意しています。スマホやタブレットをお持ちでないややり方がわからない方も、いつでも体験ができます。

こんな写真も！

そばに立てば、まるで中を覗き込んでいるかのような写真を残すこともできます。新たな記念にいかがですか。

「ふるさとの魅力を伝えたい！」
ーふるさと〇〇博物館
ワーキンググループ発表会

日　時：７月24日（日）
会　場：若草生涯学習センター
会議室
時　間：13：30～16：00
申し込み不用・無料

「ハコモノ」ではなく、市全体をまるまる博物館のように見立てた構想で、歴史的な魅力をどのようにつむぎ、伝えていくのかを考えます。１月より勉強会に取り組んできた市民の皆さまによる発表です。

MなびAR遺跡で散歩

下のQRコードを読み込んで「文化財なび」のホームページへ！詳しい説明やアプリケーションのダウンロードができるストアともつながっています。アプリは無料です。

※２　すでにアプリケーションを使用されている方も、第２地点を体験するにはver2.0が必要となります。危険なため、道路に下りて利用することのないようお願いします。

図12　「MなびAR」を紹介した広報誌面（平成28年７月号）

の周知はチラシと市のホームページ、「文化財Mなび」、市の広報誌程度である。

・ダウンロード数は少なく（Android、iOSともに１年半で約200ダウンロード）、活用の実態はガイドツアーなどでデモ用タブレットで案内することが多い。

・ふるさと文化伝承館内でのデモ用タブレットでの体験は継続しており、体験者数は多い。

・使用後の感想ではアプリ内での解説が必要との意見が多い。第１地点はマーカー自体が解説になっており、２地点目はマーカーとは別に説明板を設置して対応している。アプリの３DCG内でアニメーションなどを使用しての解説は費用面から見送っている。

・AR自体永久のものではない。しかしコンテンツを作成していることで今後の展開もできるものと考えている。

・市としては、記録保存で調査された遺跡も歴史資源ととらえ、活用を図れるものと考え、また、ある意味で記録保存のあり方のひとつとしても考えている。

・現地で実際に建てる復元と違い、各時代、各段階ごとの遺跡の様子を示すことができるためそのような展開を図りたい。

・本市で取り組んでいるフィールドミュージアム構想のコンテンツとして、ARの地点を増やしつな

ぐことを構想しており、活用の幅が広がるものと見込んでいる。

6．おわりに

以上のように導入したシステムは、ARあるいはデジタルに関して高度な取り組みではない。いかに簡易に、費用を抑えて、一般の方に遺跡を感じていただけるコンテンツを用意するかという点に絞った取り組みである。そして、記録保存の調査データを活用したものであり、記録保存により現地で体感することのできない遺跡に対しての一つの活用のあり方を示せたのではないかと考えている。このことは記録保存を肯定しているわけではなく、現地保存がかなわなかった遺構を最大限活かすことへもつながり、また、過去の調査成果を蘇らせるものでもある。

本市のような地方の自治体では、地域の歴史資源を掘り起こし、磨き、地域に誇りを持つことやさらに現地へ人が訪れることで地域の資源を軸にした魅力あるまちづくりへと良い循環が生まれるものと考えている。過去の調査事例がそのような歴史資源ととらえることができれば、埋蔵文化財に対する理解も深まるのではないだろうか。

住民のニーズを掘り起こすことから始めた本市の取り組みは、歴史に裏付けられたまちづくりをおこなうための種まきである。そしてその実現にはある意味革新的な発想が必要とも考えている。

なにもデジタルだけではない。リアルが底辺にある。私たちが行っているガイドツアーでは語り部や、その土地の「食」、実物に触れるなど五感を大切に、できうる限りアナログを主としている。ふるさと文化伝承館では、縄文展示室の土偶の前でベイビーマッサージ教室をおこなっていたり、史跡ではヤギが除草担当をしてくれている。これも若い世代をターゲットにした取り組みのひとつである。これらに加え、さらにデジタルを活用することで、さらに広く効率的に地域の歴史に親しんでもらえる機会が増えるものと期待している。

現在本市では先述したとおり、「ふるさと○○博物館（まるまるはくぶつかん）」と呼ぶフィールドミュージアム構想を進めている。市内のあらゆる歴史資源や遺跡、人をつないで市全体を博物館とみたてたもので、ARもその重要なコンテンツと考えている。また、それらをデジタル地球儀上に配置し、そこに時間軸を与えることで文字通り立体的に地域を表現することも計画しており、ARはその鍵となるものと考えている。過去を今の私たちに近づけてくれるものといえよう。

デジタルはあくまでも手段のひとつである。この構想でもポイントとなるのは「人」である。

語り部は住民全員。老若男女、それぞれが目を輝かせながら半径30mを誇りに喋る。当然遺跡もその大切な資源のひとつである。そんな人であふれたまちになることを目指している。

一乗谷朝倉氏遺跡バーチャルガイド

― デジタル技術を活用した観光誘客について ―

内田　佳邦（福井市商工労働部観光文化局おもてなし観光推進課）

１．はじめに

はじめにお断りさせていただきたいのだが、私自身は博物館の学芸員ではない、福井市の観光課の事務職員であり、一乗谷朝倉氏遺跡の専門的な解説はできないので、ご容赦いただきたい。

それでは、一乗谷朝倉氏遺跡を活用していくにあたり、本市が実施した「一乗谷朝倉氏遺跡バーチャルガイド」について解説する（図１）。

図１　バーチャルガイド用タブレット端末

２．一乗谷朝倉氏遺跡の概要

一乗谷朝倉氏遺跡は、戦国時代に５代103年に渡って越前周辺を治めた朝倉氏の城下町跡である。1573年、朝倉氏が織田信長に攻め滅ぼされた際、一乗谷の城下町に火が放たれ、その後約400年間、土の中に埋もれていた。通常、新しい町は古い町の上に作られることから、一乗谷のように古い町並みが当時のまま残されているのは非常に珍しい。

昭和42年に発掘が開始され、現在は、遺跡そのものが「特別史跡」、戦国時代の庭園が「特別名勝」、遺跡の出土品が「重要文化財」の指定を受けている。同様に３つの指定を受けているのは、京都の金閣寺、銀閣寺、醍醐寺三宝院、奈良の平城宮、広島の厳島神社のみで、一乗谷朝倉氏遺跡の貴重さが理解していただけると思う。

３．バーチャルガイド導入の経緯

平成26年に舞鶴若狭自動車道が全線開通し、27年には北陸新幹線が金沢まで開通したことにより、福井への交通アクセスが改善された。これに伴い観光客の増加も見込まれたため、一乗谷朝倉氏遺跡を更に魅力あるものとする事業が検討された。

ただし、先に述べたとおり、一乗谷朝倉氏遺跡は「特別史跡」の指定を受けており、現実での大規模な開発ができない。そのため、現実での開発を要しない、タブレット端末によるデジタル技術を活用した仮想の仕組みを構築することとなった。

４．目的

一乗谷朝倉氏遺跡は、10枚あるポスターの１枚のキャッチコピーを「京都にはない。金沢にもない。あまりになにもない。だから面白い。」としているように（図２）、建物など実際に目に見える遺跡は少ない。そのため、予備知識がないと遺跡の魅力が充分に伝わらず、長期滞在やリピーターへと繋がらなかった。

そこで予備知識のない観光客や子供達にも分かりやすく遺跡の魅力を伝え、滞在時間の延長やリピー

図２　一乗谷DISCOVERY PROJECTポスター

ターへと繋げることを目的に事業を実施した。

５．期待したもの

タブレット端末によるデジタル技術を活用した先進的な取り組みとするため、企画段階から民間企業の提案を受けることとし、且つ幅広い提案を受け付けるため、全国を対象にプロポーザルを実施した。

結果的には、奈良県明日香村で実績のある㈱アスカラボと江守商事株式会社、福井放送株式会社の３社の企業体が業務相手として選定された。

６．バーチャルガイドの内容と特徴

タブレット端末による「一乗谷朝倉氏遺跡バーチャルガイド」は、復原町並コース（所要時間30分）と朝倉館コース（所要時間60分）の２つのコースを設定している。

各コースでは、利用者の位置をGPSで判別し、その場所にあった解説がタブレット端末で再生される。解説には様々な種類があり、ドローンを使用した空撮映像にコンピュータグラフィックを合成した映像や、当時の時代衣装を着た人物によるパフォーマンス映像、360°パノラマ映像にコンピュータグラフィックを合成した映像などがお楽しみいただける（図３）。

７．ガイドの開発で工夫、苦労した点

「一乗谷朝倉氏遺跡バーチャルガイド」の開発にあたっては、臨場感の高いグラス（眼鏡）タイプのものも検討したが、使用者が遺跡内を移動すること

図３　合成映像の例

を考慮し、安全面からタブレット端末を採用した。

システム面では、位置を判別するGPSの調整に時間を要した。

映像面では、コンテンツの一部に「四季」を表示するボタンを設定したため（図４）、同じポイントで春夏秋冬の映像を撮影しなくてはならなくなった。

解説のコンテンツ面では、当初、360°パノラマ映像と多数の実写人物の合成が予定されていたものの、技術的な問題により実写人物の合成を断念せざるを得なかった。

その他、業務相手が３社の企業体であったため、内容等の確認に時間がかかり、進行に手間がかかったことは否めない。

８．歴史考証の内容と方法

歴史考証にあたっては、福井県文化振興課、福井県立一乗谷朝倉氏遺跡資料館、福井市一乗谷朝倉氏遺跡管理事務所から資料を提供いただき、完成品の確認にも協力をお願いするなど、歴史的にも齟齬が

図４　四季ボタン

ないよう努めた。

しかし、当事業はあくまで観光誘客を目指したものであるため、学術的な正確さよりは、如何にして利用者に楽しんでいただけるかを重視して制作した。

9．Wi-Fi等新たな環境整備の内容

前述にもあるとおり、一乗谷朝倉氏遺跡は「特別史跡」の指定を受けているため、極力、遺跡に手を加えることを控えている。そのため、新たな環境整備は行っていない。

「一乗谷朝倉氏遺跡バーチャルガイド」は、アプリケーションをあらかじめインストールしたタブレット端末をレンタルしてご利用いただくため、アプリケーションのダウンロードに必要なWi-Fi等の環境は必要なかった。

「一乗谷朝倉氏遺跡バーチャルガイド」の解説も、タブレット端末が使用者の位置をGPSで判定することで再生可能となるため、新たな環境整備は行わなかった。

10．バーチャルガイド運用内容

「一乗谷朝倉氏遺跡バーチャルガイド」の運用は、遺跡の保存管理をしている（一般社団法人）朝倉氏遺跡保存協会に委託している。

タブレット端末は、一乗谷朝倉氏遺跡にある保存協会の窓口にて、１台500円で貸し出している。ただし、一乗谷朝倉氏遺跡は、博物館や美術館と違い、屋外での貸し出しとなるため、身分証の確認は必須となっている。タブレット端末は40台用意しており、事前に保存協会に電話予約も可能である。

タブレット端末の利用時間は、保存協会の営業時間と同様に９時～17時（貸し出しは16時まで）であり、日をまたぐことはしない。

11．ガイダンス施設との関係

ガイダンス施設は、一乗谷朝倉氏遺跡の窓口と保存協会の事務所も兼用しており、こちらで入場券の販売と一緒に「一乗谷朝倉氏遺跡バーチャルガイド」の貸し出しも行っている。

12．貸し出し専用タブレットの有無

「一乗谷朝倉氏遺跡バーチャルガイド」は、貸し出し専用タブレット端末でのみご利用いただけるものとし、個人の携帯端末等へのダウンロードには対応しなかった。なぜなら、実際に一乗谷に足を運んでいただくことを目的に制作したからである。

タブレット端末は、グループで１台のレンタルも可能である。

13．利用者数の推移

上記のとおり、ダウンロードには対応していない。

平成28年４月10日より供用開始して以降のレンタル数は、４月95台、５月182台、６月80台となっている。

14．PR方法

遺跡内部においては、パンフレットを配置した他、ガイダンス施設の入り口にてコマーシャル動画を上映している（図５）。

外部には、商談会や出向宣伝にてパンフレットを配布したほか、福井放送株式会社のTV番組やラジオ番組でコマーシャルを放送した。

バーチャルガイドには、遺跡に関するクイズも含まれており、クイズに答えると朝倉館が３Dで見える紙製のビューワー（図６）がもらえるキャンペーンを行っている。（先着1,000人）

15．利用者の反応

開発中であった27年10月に、現地で実証実験を行った際、利用者にアンケートをとったところ、概ね好評であった。

平成28年４月10日以降についても、コンピュータグラフィックで再現した当時の建物と、現在の実写風景を合成した解説ポイント等が特に反応が良い。

タブレット端末のGPSで判定するボタンの反応が

図５　入り口の様子

図６　３Dステレオビューワー

悪く、「解説を見ることができない。」と苦情をいただくこともあったが、GPSの判定範囲を広くするなどの対策を施し、現在は解消している。

16.　今後の課題

デジタル技術は日々進歩しており、今回開発したバーチャルガイドも古くなっていく。観光客に一乗谷を何度も訪れるリピーターになっていただくためには、バーチャルガイドも一度では飽きられないよう、目新しさを保ち続ける必要がある。

17.　新規開発担当者へのアドバイス

一乗谷朝倉氏遺跡バーチャルガイドの受託業者の選定にあたっては、日本全国から様々なアイディアを募るため、プロポーザル方式を採った。

審査は、県や市の関係者だけではなく、地元団体やIT専門家にも参加いただいたが、利用者の視点を見落としていたように思う。

もちろん、審査の項目や点数配分には利用者の視点も取り入れ、充分考慮したつもりであったが、審査員としても利用者の代表を入れるべきであったと感じている。

これから同様な事業をお考えの自治体があるなら、実際に利用される観光客等の視点を考慮し、行政あるいは担当者の自己満足とならないよう進めていただきたい。

18.　おわりに

おわりに、日本全国どこの自治体も、貴重な文化財を保存することに重点を置く文化課等の所属と、観光誘客のために文化財を活用することに重点を置く観光課等の所属では、どうしても認識のズレがあることと思う。

しかし、活用しなくては文化財の重要性は市民に伝わらず、保存するための市民の協力や財源の確保も難しくなってしまう。

また逆に、活用ばかりで文化財を消耗し、維持していくことを疎かにしては、貴重な文化財を後世に残すことはできず、それを活用した観光誘客もままならなくなってしまう。

福井市では平成28年度より、文化振興課とおもてなし観光推進課が同じ観光文化局付けとなり、より一層、意思疎通を図って、文化財の保存と活用に努めていくこととなった。

他の自治体の文化課等の皆様も、様々な課題はあろうかと思うが、文化財の活用について、観光課等とも協力していただければ幸いである。

VR/AR技術を活かした
丸亀城体験アプリ作成とその活用
― 観光的活用と教育的活用 ―

後藤　幸功（丸亀市教育部総務課文化財保護室）

１．はじめに

丸亀市は、香川県のほぼ中央部に位置し、北は風光明媚な瀬戸内海国立公園、南は讃岐山脈に連なる山々、中央部に讃岐平野の一部である平坦な田園地帯が広がる中西讃地域の中核都市である。規模は東西24.16㎞、南北23.82㎞、面積は111.80㎢で、市の中央に標高422mの飯野山（別名讃岐富士）が聳え、その北方に青ノ山、中心には土器川が流れ、平野部には瀬戸内式気候の温暖少雨に備え多数の溜め池が点在する讃岐特有の空間が見られる。

瀬戸内海に面する亀山に丸亀城が築城されると同時に城下町が形成され、江戸時代後期にはこんぴらさんへの玄関口として繁栄した。明治維新後は、城跡や武家屋敷跡に歩兵第12連隊が置かれ、軍都として発展し、終戦後、跡地には官公庁が置かれ周辺には中心市街地が広がっている。

平成の大合併により、平成17年３月22日に旧丸亀市、旧綾歌町、旧飯山町が合併し、新「丸亀市」として新たに発足し、中西讃地区では初めて人口が10万人を超える人口約11万人となり、香川県第２の都市として現在も重要な役割を担っている（図１）。

図１　丸亀市街地（空撮）　中央右寄りに丸亀城跡

２．史跡丸亀城跡について

（１）丸亀城の歴史

丸亀城は、天正15年（1587）讃岐一国の領主となった生駒親正・一正親子によって、中世の城跡があったといわれる亀山（波越山）に、西讃岐を治めるため慶長２年（1597）から５年がかりで近世城郭が築かれたことにはじまる。元和元年（1615）の一国一城令により一度は廃城となるも、生駒氏の改易によって讃岐は東西に二分され、東に松平氏、西に山﨑氏が入封することとなり、西讃岐５万３千石の藩主となった山﨑家治が生駒氏の城跡を利用して寛永20年（1643）に築城を開始したのが、現在残る丸亀城である。

山﨑氏は藩主が夭折し３代で改易となり、万治元年（1658）に丸亀藩主となった京極氏が、明治維新まで７代210年余りに渡って統治した。維新後は陸軍の所管するところとなり、明治９年（1876）ごろまでに現存する天守、大手門、藩主玄関先御門を残してすべての櫓や門が取り壊されてしまった。また、現在、丸亀市立資料館が建っている場所にはかつて藩主が住んでいた御殿があったが、明治２年（1869）の出火により、残念ながら焼失してしまった。戦後は、内堀（水濠）以内の城の全域が亀山公園として一般開放され、市民の憩いの場として現在に至って

図２　史跡丸亀城跡（空撮）

いる。

（２）丸亀城の概要

内堀で囲まれた東西約540m、南北約460m、約204,756㎡が昭和28年３月31日に国の史跡に指定されている。敷地内には正保年間の創建と考えられる重要文化財の天守、寛文10年（1670）建築の重要文化財の大手門、また江戸初期の建築と考えられる県指定文化財の藩主玄関先御門などの建造物が残っている。

敷地中央に標高66mの亀山が聳え、山上の最も高い場所に天守が建つ本丸を配置し、下から順に、山下曲輪、帯曲輪、三の丸、二の丸、本丸へとつづく、輪郭式と梯郭式を組み合わせた縄張りをとっている（図２）。丸亀城の見所はなんと言っても石垣であり、その高さは25mに及ぶ場所もあり、見事な石積みの曲線美は「扇の勾配」と呼ばれ賞されている（図３）。また、高石垣が山全体を取り囲む姿は見事であり、現存する木造天守とあいまって美しい景観を作り出し、市のシンボルとなっている（図４）。

（３）整備事業の概要

寛永年間の築城から約370年を経過した石垣は、至るところに経年や樹木の影響による石材の割れや孕みが見られるようになり、このままでは崩壊などの危険性もあることから、文化財保護と安全性の確保の点から、平成３年に城郭整備に関する有識者からなる史跡等整備懇談会を設置し、丸亀城の保存整備についての基本計画策定を行った。

図３　三の丸高石垣（北西部）

図４　史跡丸亀城跡（大手から天守を望む）

その中で石垣の解体修理事業を中心に、城内にある動物園や遊園地、城内グランドなど様々な施設も順次、閉鎖・撤去し、江戸時代の丸亀城の姿を復元することを目指して整備を進めていたところであったが、丸亀市においても財政難のため平成17年から平成22年まで石垣修理事業が凍結される状況となっていた。しかし、ようやく平成23年度から事業が再開されることとなり、今年からは約７年がかりで三の丸坤櫓石垣の修理に着手しており、今後も順次、事業を進めていく予定である（図５）。

また、整備を進めるのと平行して、かつて山上にあった櫓群を復元し、丸亀城の往時の姿を復元するべく、平成16年から復元に必要な古写真や資料等に１千万円の懸賞金をかけ、全国的に探しているとこ

図５　石垣毀損状況

図６　市指定文化財　丸亀城木図（山上部分）

図７　史跡丸亀城跡（北側から）

ろではあるが、現在まで発見には至っていない。

３．アプリ導入の経緯・目的

（１）経緯

丸亀城には、かつて山上の本丸に残る三層三階の天守を含めた12の櫓が建ち並び、その櫓を渡櫓でつなぐ形態をとっていた（図６）。具体的には、本丸と二の丸は五間四方の二重櫓が四隅に建ち、それらの櫓を渡櫓がつなぎ、本丸と二の丸の曲輪全体を取り囲んでいた。三の丸については、北東を除く３ヵ所に同じく五間四方の二重櫓が独立して建っていた。また、三の丸から少し下がった枡の木門（搦め手門）を見下ろす位置にも平屋の建物が建てられていたが、先述のように天守、大手門、藩主玄関先御門を残してすべて取り壊されてしまった。

このようなかつての様子は、文化財担当者のほか丸亀城ボランティアガイドや歴史研究家などの一部の文化財愛好家にしか知られていないことは、誠に残念な限りであった。そのような状況であることから、以前から文化財の見学会や発掘調査の説明会など様々な機会を捉えて、各方面の研究者が作成された復元図などを用いて普及啓発を行ってはいたが、十分ではなかった。

また、丸亀城は城内に24時間自由に無料で出入りできることから市民の憩いの場となっているが、これは市民にとってはあまりにも身近すぎて、その重要性・価値を認識している人は大変少ないように思われる。市民からも「丸亀には小さな天守しかない」「あれは天守ではない」というような言葉をいろいろな場面で聞いており、このような状況を招いていることは、文化財担当者としてはかねてから忸怩たる思いであった。大手門越しに見上げる天守と高石垣だけでもその姿は美しく（図７）、「全ての櫓が残っていたらどれだけ素晴らしい眺めだっただろう」「何とかしてその姿を復元できないか」と文化財関係者で話す機会はこれまで何度もあった。

（２）目的

そこで、近年の目覚しい技術革新により、スマートフォンやタブレットを活用した歴史体験アプリが全国の城郭や遺跡で導入が始まっていることを知り、丸亀城においてもCGによってかつての櫓群が建ち並ぶ姿を復元し、体験できるアプリを作成できないかという話が持ち上がった。

丸亀城は年間10万人の入場者がある市内では最も

重要な観光スポットではあるが、さらに観光客を呼び込むという観光的側面と、丸亀城の往時の姿を広く市民に知っていただく、特に将来を担う子どもたちに正しく知ってもらい、郷土に愛着と誇りを持ってもらうという教育的側面の両面から大変有効ではないかと判断し、今回のアプリ導入を決定した。

丸亀市においては、平成27年度の地域活性化交付金を活用できることとなり、丸亀市を中心とする中讃地域２市３町の定住自立圏で取り組む観光活性化事業として、各地域の特色ある歴史や文化を題材として取り上げたアプリを共同で開発することとなった。

４．アプリの内容と特徴

（１）内容

今回、開発することとなった「よみがえる丸亀城－丸亀歴史体感アプリ－」は、丸亀城を中心とする城下町に点在する文化財を紹介するとともに、今は失われた櫓などの風景をVR（Virtual Reality、仮想現実）やAR（Augmented Reality、拡張現実）などの技術を応用して疑似体験できることを目的に作成したものである。

１）丸亀城復元VR

内容の最も中心的な部分となっているのは丸亀城復元VRである。これは、かつて山上にあった建物群をCGによって復元し、スマートフォンやタブレットを通して見ると当時の様子が体験できるというものである。その手法にはプリレンダリングとリアルタイムレンダリングという手法があり、丸亀城の復元VRにはその両方を採用した。

まず、プリレンダリングという手法は予め作成された360°の復元CGを定点で体験するというものであり、丸亀城においては本丸VR、二の丸VRという形で採用した。これはプリレンダリングという手法が、ある１ヶ所の定点での周囲360°の復元CG画像を体験することができるものであることから、周囲を二重櫓と渡櫓などの建物で取り囲まれ、いろいろな地点から見てもあまり変化がない本丸と二の丸の内側においては、この手法が適していると判断したからである。これによって本丸、二の丸では体験する人の持つ端末機の位置情報をGPSで確認し、定点での周囲360°の復元画像を体験することが可能となった（図８・９）。

図８　本丸VR

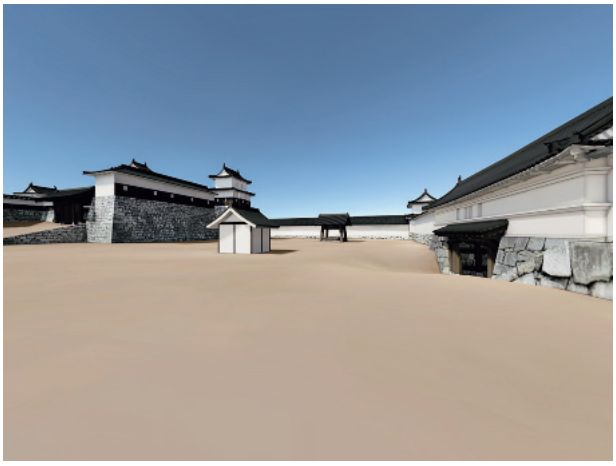


図９　二の丸VR

また、これと違ってリアルタイムレンダリングという手法は、GPSと連動することによって見学者の位置が移動すると瞬時にそれを端末機が処理し、復元CGをリアルタイムに再現して画面上に表示するというものであり、丸亀城においては三の丸以下の城内及び大手周辺で採用した。これは変化に富む石垣や様々に連なる建物群を、自由なアングルで楽しむことができるのに最適であることから採用した。

これにより、三の丸以下の城内及び大手周辺ではスマートフォンやタブレットをかざして自由に歩き

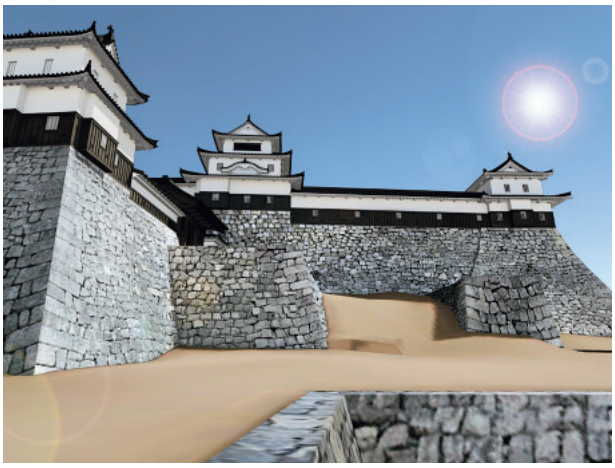


図10　三の丸VR

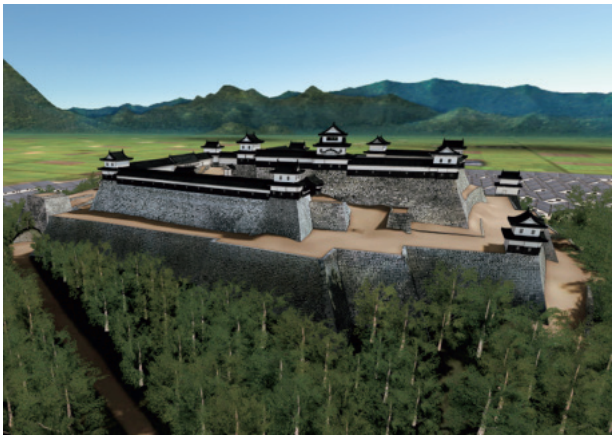


図11　丸亀城復元CG（山上部分）

回りながら当時の城の様子を自分の好きなアングルから視覚的に体験できるようになった。これらは三の丸VRと大手門VRとしてまとめている（図10・11・12・13）。

特に大手門VRでは現存する大手門と今は無くなってしまっている土塀をCG復元し、枡形内に入ると周囲の土塀の狭間からは鉄砲で撃たれ、大手門の石落しからは石や槍で攻撃されるという体験ができるシステムとした。これにより、防御の設備が実際にどのように使われていたかを具体的に体験できるようになった（図14）。

CG作成には城郭研究の権威である広島大学大学院の三浦正幸教授に、丸亀城の地形測量図や現在残る天守や大手門などの図面、城絵図などを参考に復元図を作成していただくとともに、監修をお願いした。何分、明治初期に櫓群が取り壊されていることもあり、以前から資料収集は行ってきてはいるが、古文書類や古写真などの資料は少なく、発掘調査の成果と城絵図に頼らざるを得なかった。幸い丸亀市には丸亀市指定文化財の「丸亀城木図」が残っており、これが復元の際に大変参考になった。この木図は、寛文10年（1670）に現在も残る大手門を建設する際に幕府に提出したものの控えと見られる立体模型で、１/650のスケールで精密に作られたものである。しかし、この木図には御殿は表現されておらず、本来ならもう少し時間をかけて、資料調査を行ったうえでこの御殿などの復元もしてみたかったところ

図12　丸亀城復元CG（大手付近から）

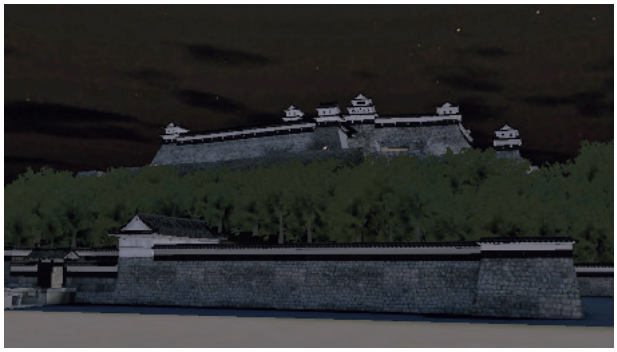


図13　丸亀城復元CG（夜景モード）

図14　大手門VR

図15　VR風AR（二の丸大手門）

ではあるが、時間や費用などの制約もあり今回は断念せざるを得なかった。

また、今回の丸亀城復元VRは周囲に高い建物が少ない平山城である丸亀城の特性を活かして、CG復元した建物の背景を現実の風景に画面を切り替えることにより、VRのようなAR体験ができる工夫をした。これによってよりリアルに、CG復元した建物を現実的に体感することが可能となった（図15）。

２）丸亀巡り

このほかにも丸亀巡りというメニューでは、独自に作成した丸亀城の地図データとアップルマップ・グーグルマップを併用した地図上に、丸亀城や城下町に残る寺社仏閣など様々な文化財や見所のポイントを表示し、そのポイントをタップすると写真や文章でその内容を説明する機能を持たせた。ポイントの中にはARのポイントも設けており、その場に行きGPSが位置を確認すると、写真や２D（二次元）画像を現実の光景に重ねて表示する機能も備えている（図16）。

具体的には、長年行ってきた発掘調査や石垣修理事業によって発見のあった写真などをその場で表示し当時の様子を知ることができる「発掘AR」（図17）や、後世の改変などにより地形や昔の様子が変わってしまった城内や城下町の様子を昔の古写真を表示させ現場で見ることができる「古写真AR」である（図18）。

そのほか、丸亀にゆかりのある人物の２D画像を、人物ゆかりの場所で出現させ、一緒に記念撮影を楽しむと同時に、その人物についても学習できる「ゆかりの人物AR」の機能も備えている（図19）。

図16　マップ画面（通常表示）

図17　発掘AR（本丸北側渡櫓跡）

図18　古写真AR（丸亀城見返り坂）

また、マップについては江戸時代の古地図に表示を切り替えることもでき、丸亀城だけではなく周辺の城下町も含めて古地図上を散策するような体験が

図19　ゆかりの人物AR（金毘羅船と弥次喜多）

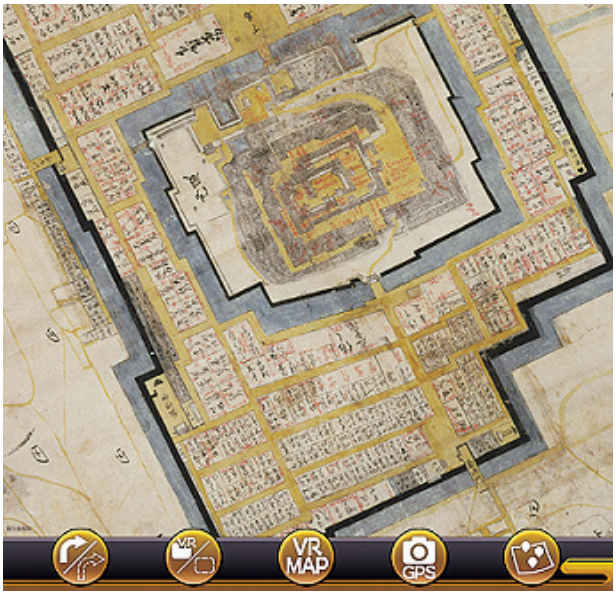


図20　マップ画面（古地図表示）

できる工夫をした（図20）。その他、近年のインバウンドにも対応するべく内容表示については英語、中国語（繁体字、簡体字）、韓国語の４ヶ国語にも対応させている。

３）丸亀城クイズ、おまけ

子どもたちに楽しんでもらえるよう丸亀城内にクイズのポイント10ヵ所に設け、正解するごとに昇格していくようにし、全問正解すると丸亀城グッズをプレゼントすることとしており、誘客を図るとともに楽しんでいただけるような工夫もしている。

そのほか、おまけとしてアプリのARカメラを起動して、マーカーカードと呼ばれるマークを写すと手のりサイズの丸亀城天守の３D（３次元）画像や、近年オンラインゲームで擬人化され注目を浴びている、丸亀市が所有する名刀「ニッカリ青江」の実物

図21　マーカーカード（2種類）

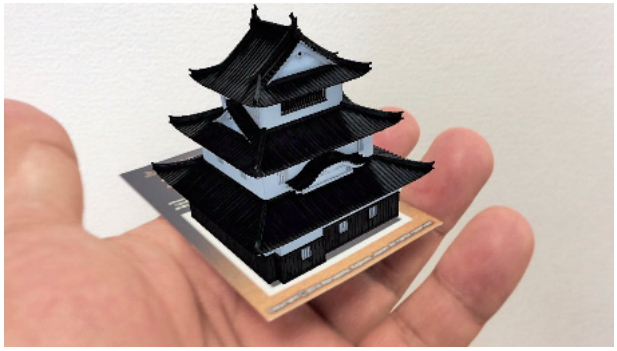


図22　手のり丸亀城天守AR

図23　名刀「ニッカリ青江」AR

大３D画像が現実のように飛び出してくる機能も持たせており、それらと一緒に記念撮影することもできる。また、マーカーカードを配布することでアプリのPRを図っている（図21・22・23）。

（２）ヘッドマウントディスプレイ「Oculus Rift」

今回のスマートフォン、タブレット用アプリの開発と合わせて、今後のイベントや資料館で教育普及活動を実施することを目的として、視野角が最も広いヘッドマウントディスプレイ「Oculus Rift」を

利用し、その場に居ながら丸亀城の360°復元CG、つまり視野全てが映像で埋まる言わば「完全VR」として体験できるシステムについても開発・導入することとした。また、３D復元したデータを活用して名刀「ニッカリ青江」を自分が手に持ち、名称の由来となった幽霊退治の伝説を体験できるシステムもあわせて開発した（図24）。

これらに関しては、毎年ゴールデンウィークに開催される丸亀市の一大イベント「丸亀お城まつり」においてOculus Riftを使用して体験会を実施し、多くの方に体験していただいた。参加者は一様にその迫力に驚きを見せるとともに、大変好評であった（図25）。

図24　ニッカリ青江体験

図25　Oculus Rift体験会

５．今後の課題

（１）公開・活用

アプリの公開に関しては今年の４月からの運用開始で、iOSとAndroidに対応するため、App StoreとGoogle Playの両方で公開しており、現在のところは両方あわせて月170件から350件を越えるダウンロード数があり、ペース的には多くの方に利用していただいているようである。今後はイベントごとにアプリ体験会を開催し、利用者の拡大を図って行きたいと考えている。アプリの利用者の反応としては、やはり自由に歩き回りながら自由なアングルで復元CGを楽しめることから概ね好評を得ている。また、スマートフォンを持っていない世代向けにはタブレットを20台用意しており、丸亀市観光協会などの協力を得て、観光案内所などで貸出を実施し、活用に努めて行きたいと考えている。ほかにも、丸亀城にはボランティアガイドが活動しており、アプリを活用したガイドができるよう研修会を実施するとともに、児童生徒の校外学習にも利用していただくなど、様々な場面で活用していただくことを期待している。

また、これらのアプリの存在を知ってもらい、活用を推進していくため、先述のマーカーカードを使って、広くPRを図って行きたいと考えている。担当者としては、更なる誘客という観光的側面と丸亀城の真の姿を知っていただきたいという教育的側面の両面において大きな期待を寄せている（図26）。

（２）課題

今回は歴史をあまり知らない人たちや子どもたちを中心に、楽しんでもらいながら学習体験をしてもらうことを主眼にアプリを作成したこともあり、いわゆる歴史マニアの人には物足りなさを感じる部分もあろうかとも思われるが、内容的には盛りだくさんのものとなったと感じている。

アプリ開発の期間が短期間であったため、推敲期間があまりとれなかったことは自分としても少し問題を感じている。

図26　校外学習活用状況

また、丸亀城と城下町にスポットを当てたため、そのほかの重要な遺跡や文化財を掲載することができなかったことや、城内の御殿や武家屋敷の復元、他にも現在は埋め立てられ道路になってしまっている外堀跡や藩主の船入跡のCG復元など、今後も新たな情報を追加し、アプリの改良を図って行きたいと考えている。

ほかにもランニングコストを抑えるため、サーバーなどは設けなかったことにより、データ量が多くなりすぎてダウンロードしにくいことや、GPSの誤差により、ARの際にどうしても画像がずれてしまうなどの問題も残る。それに付随して、画像のズレを防止するため、マーカーカードによる手法とすると文化財への設置方法に配慮しなければならないという問題も発生する。また、Oculus Riftはゲーム性もあり大変、面白いものではあるが、視覚発達が未熟な小さい子どもが利用できないなどの点もあり、今後の技術革新によりこれらの問題も解決できるようになることを望んでいる。

6．最後に

今後さらに技術の革新が進むことにより、いろいろな問題点も解消されより使いやすく、より新たな面白いことが可能になることが予想される。また、他市の先進事例によるとアプリを導入し復元CGを体験することによって、建物をより具体的にイメージできるようなったことに伴い、建物復元を望む市民の声も上がるようになっていることも聞いており、本市としても以前から目指している櫓復元の起爆剤にもなればと期待をしているところである。

今回の開発で感じたことは、視覚的に文化財を見せるということは、今は失われてしまっている文化財を理解してもらうためには非常に有効な手段であり、また景気の好転が望めない中、文化財保護は財政的にますます難しくなっており、そのような状況の中で文化財保護の必要性を訴え、理解を得ていかなければならないという状況下では大変有効な手段であると感じた。

そのほか、どうしてもこのような文化財関係のアプリ開発に関しては、文化財担当者の考え方が大きなウェイトを占めることとなり、専門的な細かな部分にとらわれて、いろいろな人に使ってもらえるような面白い内容にならないなどの問題があるように思える。文化財担当者もある程度、割り切る部分が必要であると感じている。一方で、観光部局が担当するとやはり文化財の復元や説明などの部分が不十分で、観光的要素が強くなってしまうように感じる。観光部局などの市長部局との連携は、事業実施においては必要不可欠であり、それは内容の精査、公開活用、資金調達など様々な点にわたって連携を図り、バランスを取りながら事業を遂行していくことが、今後さらに重要になってくると痛感した。今回もアプリを利用するためのWi-Fi整備や公開活用等に関して、関係各課の協力がありなんとか事業完了までたどり着くことができ、大変ありがたく感じている。

最後に、広島大学大学院の三浦正幸教授や各方面の方にご協力をいただいたことに厚く御礼申し上げたい。特に担当業者である株式会社Xeenには短期間の間に様々な提案をしていただくとともに、こちらの要望事項を盛り込み、なんとか事業を遂行していただいた。この場を借りて御礼を申し上げたい。

三内丸山遺跡ITガイドシステム

柿崎　隆司・岩田　安之（青森県教育庁文化財保護課）

１．はじめに

特別史跡三内丸山遺跡は、日本を代表する縄文遺跡として、また、観光地や都市公園として親しまれている。

平成27年度から運用を開始したＩＴガイドシステムは、三内丸山遺跡で整備された露出展示物などの老朽化、遺跡見学者の減少、そして世界遺産登録を目指す「北海道・北東北を中心とした縄文遺跡群」の中核をなす三内丸山遺跡の地下遺構の新たな価値表現手法の導入という、これらの課題解決のため、平成23年度から検討を重ね開発されたものである。

本稿では、特別史跡三内丸山遺跡と整備の概要をはじめ、ＩＴガイド導入の経緯、アプリの内容と特徴、運用状況、そして運用の現状と課題等について報告するものである。

２．遺跡と整備の概要

（１）遺跡の概要

特別史跡三内丸山遺跡は縄文時代前期中葉から中期（約5500～4000年前）にかけて営まれた、我が国を代表する縄文時代の大規模集落遺跡である。青森市南西部に位置しており、遺跡から約４km北東にはJR青森駅がある。北八甲田連峰から続くゆるやかな丘陵先端部の台地に立地しており、遺跡範囲は約42ヘクタールに及ぶ。そのうち約25.2ヘクタールが特別史跡に指定されている。

集落には、数多くの竪穴建物跡や掘立柱建物跡、土坑墓、埋設土器遺構、盛土、捨て場、粘土採掘穴、貯蔵穴、道路が場所を決めて配置されている。直径１ｍものクリの巨木を利用した大型掘立柱建物や東西に約420m以上も延びる道路やその両脇に整然と並んだ墓地は他に類を見ないものである。

また膨大な土器や石器のほか、日本最多の約2000点を超える土偶や岩偶、装身具などは縄文時代の精神社会を探る上で重要である。北の谷や第６鉄塔地区などの低湿地からは骨角器、木製品、漆器、動・植物遺体が出土し、当時の技術や食生活が明らかになった。また、花粉分析など各種の分析により、遺跡周辺にはクリを中心とした縄文里山ともいえる生態系が人為的につくられていたこともわかってきている。さらに北陸産のヒスイや岩手県のコハク、北海道、佐渡、信州産の黒曜石など、他地域との交流・交易を示す遺物も出土している。

このように、特別史跡三内丸山遺跡は、縄文時代における集落の全体像や変遷、社会構造、自然環境や生業、精神性を考える上できわめて重要である。

（２）整備の概要

青森県総合運動公園遺跡ゾーン基本計画に基づいて遺跡を整備している。

１）基本理念

三内丸山で生活を営んでいた縄文人の「むら」の跡を貴重な歴史遺産として保存し、縄文の「むら」の「たたずまい」を体感・体験できる場として整備することによって広く活用を図り、縄文文化の解明とその世界的規模での見直しを行うとともに、縄文が現代へ投げかけている諸問題を、様々な活動を通して発信する文化交流の拠点とする。

２）整備の基本方針

①縄文の「むら」の風景づくり

縄文時代の「むら」のたたずまいを感じさせる景観をつくり出すために、掘立柱建物や竪穴住居等の建物を復元するとともに、植生をはじめとする総合的な環境整備を行い、「むら」の雰囲気を体感・体験できる場を創出する。

②遺跡の魅力を実物で公開

縄文の「むら」のたたずまいを守りながら、三内丸山の魅力を示す特色あるものは、保存方法を検討の上、実物を公開する。

③企画性に富んだ開かれた遺跡の活用

縄文の「むら」の生活を体感・体験しながら縄文の知恵を知り学ぶ活用をはじめ、企画性に富んだ各種活用事業を積極的に実施し、様々に楽しめ学べる場としていく。

④憩いの場としての遺跡

四季を通じて利用者が憩い楽しめるような環境づくりを行うとともに、充実した各種サービスを提供できる場とする。

⑤縄文文化交流の拠点として

三内丸山遺跡及び縄文文化に関する調査・研究・展示を行う（仮称）縄文センターを設置し、縄文文化の中心としていくとともに、ここを拠点に学術交流や縄文を核とした各種文化交流を積極的に実施する。また、縄文を現代に活かした新しい文化の創造とネットワークの形成に取り組み、文化の香り高い青森県の発展に寄与できる場としていく。

⑥保存・活用計画の段階的推進

整備は、発掘調査に基づきながら、段階的に実施していくものとする。

３）整備状況

現在までに遺跡には教養施設として、遺構展示と復元展示がなされている。

遺構展示には、大型掘立柱建物跡、埋設土器遺構（小児用甕棺墓）、北盛土、大型竪穴建物跡、南盛土、土坑墓がある。

復元展示には、竪穴建物15棟、大型竪穴建物１棟、掘立柱建物３棟、大型掘立柱建物１棟、土坑墓（80m41基）がある。

また遺跡の入口施設である縄文時遊館が平成14年に設置され、平成22年からさんまるミュージアムが開設し、重要文化財約500点を含む約1700点の出土品を常設展示している。

３．ＩＴガイド導入の経緯

三内丸山遺跡では、これまで遺跡の保存と活用を図るための整備が行われているが、これにより整備された遺構の露出展示や復元展示などでは、平成８年に整備後17年が経過し、老朽化などの問題が見られるようになってきた。また、遺跡の見学者数は、平成９年度の約57万人をピークに減少傾向にあり、遺跡への理解促進に向けて更なる魅力づくりを図っていくことが必要とされた（図１）。

さらに、三内丸山遺跡を中核とした「北海道・北東北を中心とした縄文遺跡群」が、平成21年１月世界遺産暫定一覧表に記載されたが、地下に埋蔵し地表からはうかがい知ることのできない遺跡の価値を国内外を問わず誰でもわかるようにどのように示し、表現していくのかといったことが世界遺産登録

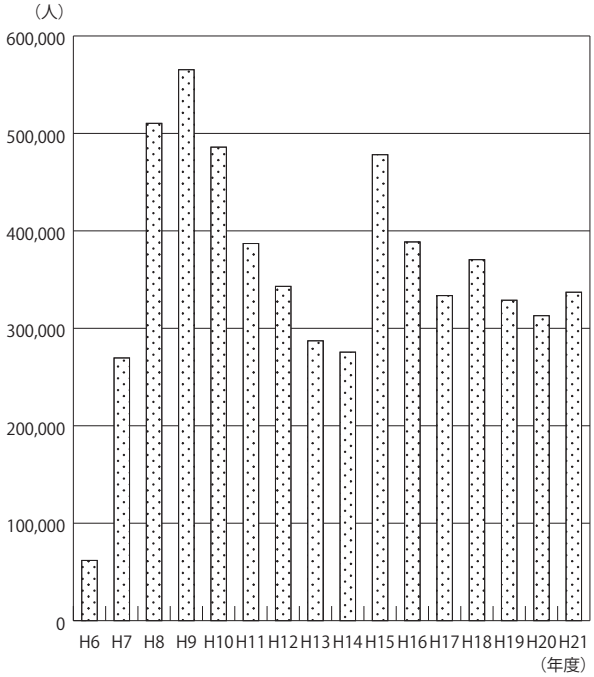


図１　三内丸山遺跡見学者数の推移

を目指すうえで課題となるなど、三内丸山遺跡を取り巻く状況に変化が生じてきていた。

三内丸山遺跡におけるこれらの課題に対応するため、遺跡の景観等に影響を与えることなく、地下に埋蔵された遺跡の価値を分かりやすく伝えていくための工夫といったものが求められており、最新技術を使った遺跡の新たな価値表現手法を導入することとした「特別史跡三内丸山遺跡価値表現手法導入に関する指針」が平成23年３月に策定された。

この指針をもとに、平成23年度から、携帯端末あるいはタブレット端末を活用した新たな価値表現手法の導入を検討してきた。このような端末を用いた情報提供は、利用者が遺跡の価値を理解し、将来に向けた保存管理の意識醸成を図るために有効であると考えられる。

平成23年度と24年度はシステム検証として、平成23年度にMR（Mixed Reality：複合現実）を、平成24年度にはAR（Augmented Reality：拡張現実）を用いた検討を行った。

平成26年度にはタブレット端末を使用したITガイドシステムの開発を、プロポーザル方式で業者を選定して行い、平成27年度の９月から運用を開始した。

４．ＩＴガイドの内容と特徴

（１）ＩＴガイドの内容

三内丸山遺跡ITガイドシステムは、遺跡編（図２・３）とミュージアム編（図４）の２つがある。遺跡編は、縄文時代の三内丸山遺跡で縄文人がさまざまな作業を行っているようすをVR（Virtual Reality）でみられるようになっている。遺跡内に13か所のGPSポイントが設置してあり、その場所周辺では自動的にVRが作動し、主に4500年前の三内丸山遺跡のようすが再現される。また360度の範囲でVRを見渡すことができるようになっている。それぞれのポイントでは、VRでの縄文時代の風景とともに発掘当時の情報も得ることができる。VRと発掘当時の情報のいずれも音声でガイドを聞けるようになっている。ポイントの一つである大型掘立柱建物では、最上階からみた遺跡の景色をタブレット上で一望することができる。

ミュージアム編では、ミュージアムの４か所で主要な出土品の解説が音声ガイドで受けられるようになっている。基本的な解説とさらに詳しいものの２段階で情報が得られるようになっており、出土品をまわして普段観察できない部分が見られたり、拡大したりして詳しく観察することもできる。

遺跡編、ミュージアム編とも視覚だけではなく、聴覚なども用いることによって、利用者に三内丸山遺跡や縄文時代をより理解してもらおうという意図がある。

日本語版と英語版の２カ国語に対応させ、日本人だけはなく、世界的に三内丸山遺跡を理解してもらい、価値を知ってもらえるようにした。

プロポーザル方式で選定した業者と開発を行っていったが、地元ではないため打合せや具体的なやり取りを行う機会が少なく、こちらの要望を詳細に伝えることができなかった。また、選定業者は縄文時代の専門知識に詳しくなかったため、こちらの意向がうまく伝わらないこともあった。

（２）歴史考証の内容と方法

三内丸山ムラに居住している人数、季節、その季節に行っている作業などを場面ごとに細かく設定し、CGと解説を作成していった。推進室の専門職員が原案を出し、業者と協議を重ね、それをもとに場面設定を行っている。

例えば、竪穴建物が集中する居住域周辺では、冬に備え家の修復や新築を行っていたり、その近くを子どもが走り回ったりしている。道路では漁から帰ってくる縄文人の姿や、高床建物では栗などの食料を貯蔵している場面、大型竪穴住居内では交易品などの話し合いをしている場面など、遺跡内で活動するさまざまな縄文人の姿を見ることができる。時には、アニメーションで縄文人が動いているシーンも楽しむことができる。

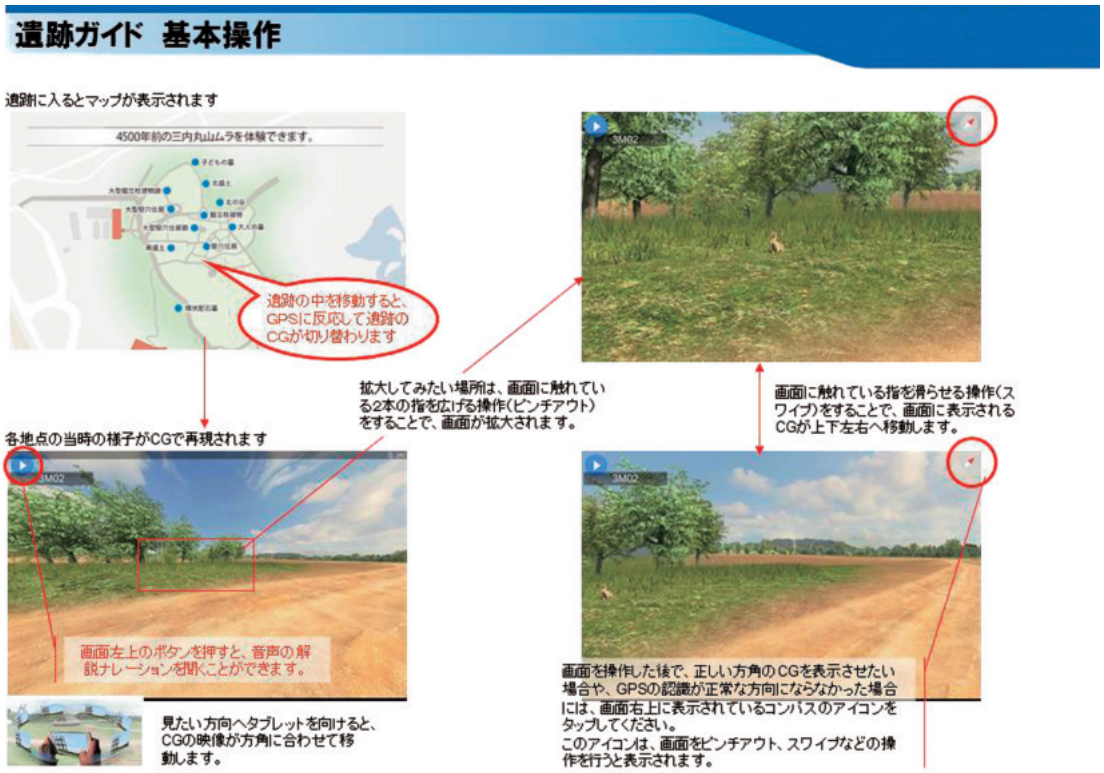


図２　遺跡ガイドの操作方法

((C) 2015　TOPPAN　PRINTING　CO.,　LTD　ALL　Rights　Reserved.)

図３　遺跡ガイドの操作方法

((C) 2015　TOPPAN　PRINTING　CO.,　LTD　ALL　Rights　Reserved.)

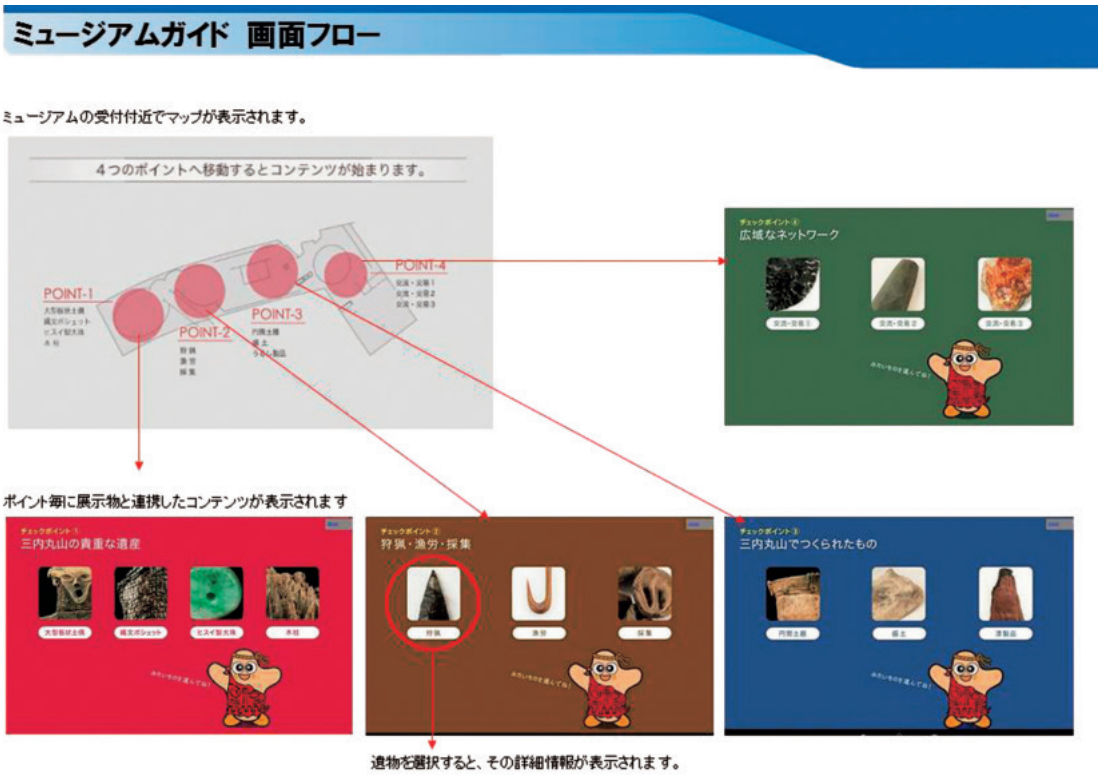


図４　ミュージアムガイドの操作方法
（(C) 2015　TOPPAN　PRINTING　CO.，LTD　ALL　Rights　Reserved.）

５．ＩＴガイドの運用状況

（１）タブレット端末の取扱要項

ＩＴガイドに係るタブレット端末の利用及び管理等の適正かつ円滑な運用を図るため取扱要項を定めている。

貸出方法

対象は中学生以上とし、個人の場合は毎日、団体の場合は月曜日から金曜日に貸出。

貸出台数　40台（予備５台）

貸出手続き

総合案内で貸出し、貸出の際は盗難防止対策として運転免許証等身分を証明する書類の提示が必要。

申込方法

団体は予約制（１週間前まで）とし、個人は事前申込又は当日（総合案内）の申込。

※申込は、電話、メール、ＦＡＸのいずれも可

利用制限

荒天時及び冬期間は、遺跡でのガイド利用を中止し、ミュージアムのみの利用。

（２）貸出状況

平成27年９月から運用を開始したが、平成28年７月末現在で1,658台の貸出があり、月平均約150台となっている。また貸出の内訳は全て個人、友人又は家族となっており、まだ団体へ貸出がされていない状況である。

（３）利用者の反応

利用者からは、「縄文時代のようすが手に取るようにわかり、とてもよかった」「遺跡の中でタブレットをかざすとCGが現れるのは、楽しいし子どもも楽しめるのでいいと思う」「住居内での暮らしのようすなど、360度見渡せてよかった（図５）」「出土品の写真をズームしたり、回して見られたりするのがよかった（図６）」などの意見があり概ね好評を得ている。

（４）ボランティアガイドとの関係

特別史跡三内丸山遺跡では、一般社団法人三内丸山応援隊のボランティアガイドによる定時ガイドや

図５　遺跡でのITガイド使用状況

図６　ミュージアムでのITガイド使用状況

予約団体へのガイドを実施しているが、ＩＴガイドについては、このボランティアガイドを補完して利用するものではなく、別途自由見学で訪れた個人又は団体を対象として遺跡等のガイダンスを行っている。

（５）広報活動

運用開始当初、県内の中学校、高校に対し、ＩＴガイドの活用により縄文文化や三内丸山遺跡への興味・関心を高めるツールとして有効であることから、校外学習などの学校教育活動において積極的に活用していただくよう通知するとともに、三内丸山遺跡ホームページ（ＨＰ）、広報誌である三内丸山通信をはじめ、報道機関への投げ込みなどを行った。

今後の広報活動について、個人等へはこれまでの貸出実績をみるとＨＰなどにより一定の周知が図られているようであるが、これまで貸出実績の無い団体への貸出については、その方策を検討し、ＩＴガイドについて広く周知を図っていく必要がある。

６．ＩＴガイド運用に係る課題等

前述のとおり利用者から好評を得る一方でタブレット端末については、GPSやビーコンの反応が悪い、反応するスポットが分かりにくい、天気の良い日は画面が見づらいという意見もあった。更に、バッテリーの容量が少なく１日１回の貸出に限られているほか、マイナスの温度に対応できないため冬季における遺跡での利用が出来ないという課題があり、今後タブレット端末の改良などを行っていく必要がある。

現在では最新ともいえるガイドシステムであるが、情報処理技術の進展により数年後にはそうではなくなる可能性がある。タブレット端末そのもののハードの見直しも含め、遺跡の価値をどのように伝えていくのかということを常に考えて、適切な時期に更新を行っていく必要がある。

７．最後に

新規担当者へのアドバイスとして、デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用を検討するにあたっては、どのように遺跡の価値を伝えたいのか、おもに対象とする利用者やコンテンツの具体的なイメージを、準備する段階でもつことが必要である。それを踏まえて、携帯端末を使うのか、あるいはタブレット端末にするのかなどのハード面や、MRやAR、VRなどの技術の選択が的確に行われることが重要である。

【引用・参考文献】

青森県史編さん考古部会編　2002 『青森県史　別編　三内丸山遺跡』
岡田康博　2014 『三内丸山遺跡』 同成社

「元寇船は海底にあり！」水中遺跡の活用策を探る

― スマートフォン用アプリケーションソフトを活用した元寇船復元への取り組み ―

内野　　義（長崎県松浦市教育委員会文化財課）

1．はじめに

（1）松浦市の位置

国史跡「鷹島神崎遺跡（たかしまこうざきいせき）」を含む、鷹島海底遺跡が所在する松浦市は、長崎県本土北部に位置し、松浦（まつら）党の発祥の地として知られている。松浦党は平安時代末期の源氏と平氏の「壇ノ浦の戦い」に参戦するなど、鎌倉幕府の成立にも大きな役割を果たし、さらには、蒙古襲来でも活躍したと言われている（図１）。

現在の松浦市は、平成18年１月１日に旧松浦市、旧福島町、旧鷹島町が伊万里湾を取り囲むように合併した。福島、鷹島は元来離島で、それぞれ佐賀県の伊万里市、唐津市と橋でむすばれている。そのため、陸上での地域間移動は佐賀県を経由する変則的な位置関係にある。鷹島町においては、平成21年の架橋後にも、松浦市本土との移動に相当の時間を要することから、航路２系統が運航を続けている。

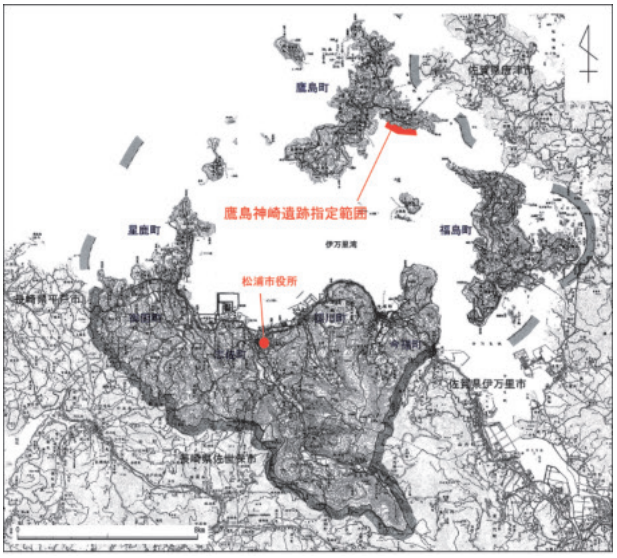


図１　松浦市全図

（2）遺跡の概要

鷹島海底遺跡は、長崎県本土北部、伊万里湾に浮かぶ鷹島の南岸地域に所在する蒙古襲来に関わる戦場跡である（図２）。蒙古襲来は、文永11年（1274）・弘安４年（1281）の二度にわたり元軍が日本に来襲し、鎌倉幕府瓦解の遠因となるなど、我が国の中世の政治・社会に多大な影響を与えた、日本史上重大な事件である。

鷹島は、『蒙古襲来絵詞（もうこしゅうらいえことば）』、『八幡愚童訓（はちまんぐどうくん）』等にその名が見え、鷹島沖は弘安の役の際に、元軍の船団が暴風雨により沈没した地点として伝えられており、島の南岸では、古くから地元の漁師によって壺類や刀剣、碇石などが海底から引き揚げられていた。

（3）鷹島海底遺跡での調査

鷹島沖における最初の発掘調査は、昭和55年度から３カ年にわたり、文部省科学研究費特定研究「古

図２　松浦市鷹島（手前が伊万里湾）

文化財に関する保存科学と人文・自然科学」（研究代表　江上波夫）の一環として行われた。鷹島南岸の沖合を調査した結果、床浪（とこなみ）港と神崎港周辺において、鎌倉時代の陶磁器等が出土した。また、発掘調査と同時に行われた地元住民が保管する採集品の調査によって、元の公用文字であるパスパ文字で書かれた「管軍総把印（かんぐんそうはいん）」が神崎港で採集されていたことも判明した。この調査成果に基づき、昭和56年７月には、鷹島の南岸東の干上鼻（ひあがりばな）から西の雷岬（いかずちみさき）までの約7.5km、汀線から沖合約200mまでの範囲、約150万㎡の海域が蒙古襲来に関係する遺物を包蔵する「鷹島海底遺跡」として周知されることになった。

平成元年度以降は旧鷹島町教育委員会により、神崎港の沖合における遺跡の範囲を確認するための発掘調査等が継続的に実施され、遺物の分布範囲や埋没状況が明らかとなっていく。

平成６・７年、平成13・14年には、地方港湾神崎港改修事業に伴う緊急発掘調査が行われ、多くの遺物が出土した。なかでも、平成６年度の発掘調査では、４つの木製碇（いかり）の碇石がいずれも海底に食い込んだ状態で発見され、神崎港の沖合に船舶が停泊していたことが判明した。出土した遺物には、褐釉陶器、青磁碗、漆製品、矢束や刀剣、甲冑などの武器・武具類、碇石や船体の一部である木材などがある。陶磁器類の年代は、いずれも13世紀後半であり、元軍が出航した中国江南地方で作られた粗製品が大半を占める。また、『蒙古襲来絵詞』に描かれた「てつはう」と考えられる球状土製品が複数出土するとともに、武器・武具類も『蒙古襲来絵詞』に描かれている元軍の装備と類似しており、これらの遺物が弘安の役で沈没した元軍の船の積載品であることが確実となった。

（４）国指定史跡「鷹島神崎遺跡」

平成23 年10 月に琉球大学池田榮史氏を中心とした日本学術振興会科学研究費補助金による調査で、水深約23mの海底から元の軍船の竜骨と外板が残る船底が発見され、「元寇の島」鷹島は再び大きな注目をあびるところとなった（この沈船を「鷹島１号沈没船」と呼ぶ）。平成24年３月27日には、これまでの調査・研究の成果から鷹島海底遺跡の一部である鷹島南岸東部の神崎港沖海域約384,000㎡が「鷹島神崎遺跡」として海底遺跡では初めて国史跡に指定されている（図３）。

図３　鷹島海底遺跡と国史跡鷹島神崎遺跡範囲

鷹島神崎遺跡は、これまでの発掘調査によって、海底に元軍の沈没船が遺存し、また積載品の内容から武器をはじめとする各種道具の実態が判明する等、従来、文献・絵画によってしか知られなかった蒙古襲来という日本史上重大な事件を理解する上で欠くことのできない、きわめて重要な遺跡である。

（５）鷹島２号沈没船の確認

平成27年７月、国史跡鷹島神崎遺跡の指定範囲東側に隣接する地点の水深15mの海底で２隻目の沈没船（「鷹島２号沈没船」と呼ぶ）を確認した。本調査は、平成24年に琉球大学と松浦市の間で締結された「鷹島神崎遺跡に関する連携協定」に基づき、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究（S）『水中考古学手法による元寇沈船の調査と研究』研究代表者　池田榮史氏（琉球大学法文学部教授）と共同して実施した。確認した船は、鷹島１号沈没船に比べて、船体の残存状況が非常によく、隔壁９か所が

図４　鷹島２号沈没船俯瞰画像[1)]

確認できるなど、中国の船の様相を示しているものであった。

この調査では、新たな試みとして、至近距離から撮影した静止画約３千枚を基に、太陽光線の変化による色調や水中での画像の歪みをデジタル補正しながら３次元画像を制作した。その画像を真上から見た状態にしたものが図４である。船体の形や隔壁の状況、バラストと考えられる石の広がりなど、沈没船の全体像が確認できる。

鷹島海底の透明度は、最良の状態でも５m程度のため、全体を見渡すことが難しい。さらに、調査終了後は、船体保存のため埋戻しを行っており、現時点で船の姿を見ることはできない。今回、沈没船の全体像を一枚の画像で表現できたことは、海底に沈む船の様子をより理解する手段として、大きな成果であった。既にこの画像はスマートフォン用アプリケーションソフト（以下「アプリ」という）に２次元画像として活用している。

２．保存管理計画の策定

（１）策定の経過・目的

平成24年３月に「鷹島神崎遺跡」が海底遺跡として、初の国史跡に指定されたことを受け、この貴重な遺跡の保存、公開活用を図るべく『国指定史跡鷹島神崎遺跡保存管理計画』を策定することとした。

策定にあたっては、平成24年度から２カ年間、学識経験者や地元有識者の方々の協力を受け、７回の策定委員会を開催し、平成26年３月策定となった。

（２）史跡の活用整備方針と事業の進め方

松浦市では、平成18年に「松浦市鷹島海底遺跡保存活用方針」を策定している。この史跡整備活用方針では「遺跡の価値を理解し、守ります」、「遺跡を究め、伝えます」、「遺跡の価値を活かし、招きます」の３つの行動計画に基づき、本市が「水中考古学の拠点」を目指すこととしている。

保存管理計画を取りまとめるにあたっては、この活用整備方針を具体的に検討することをはじめ、水中考古学の拠点を目指し、３段階に分け事業を進めるよう目標を設定している。期間ごと目標及び取り組みの設定については、次のとおりである。

短期（５年以内）

「水中考古学の拠点に向けての基盤整備」

・情報発信のソフト事業
・展示施設の拡充
・博物館機能を備えた施設の情報収集

中期（10年程度）

「水中考古学の拠点に向けての環境整備」

・博物館機能を備えた施設の整備
・海岸や陸域部の景観整備

長期（10年以上）

「水中考古学の拠点」

・元の沈没船の原寸大復元・公開

表１　整備活用事業の進め方

目　標	短　期	中　期	長　期
	水中考古学の拠点に向けての基盤整備	水中考古学の拠点に向けての環境整備	水中考古学の拠点
遺跡の価値を理解し、守ります	沈没船のモニタリングと公開・活用		
	(ライブカメラによる公開、モニタリングと併せた見学会等)		
	沈没船のモニタリングと公開・活用		
	(ライブカメラによる公開、モニタリングと併せた見学会等)		
	・鷹島埋蔵文化財センター、保存処理設備の拡充	・遺跡に相応しい海岸や陸域部の環境整備	
遺跡を究め、伝えます	・史跡指定地内外の確認調査 ・１号沈没船の確認調査		
	鷹島海底遺跡全体の遺物等の確認調査		
	元寇船復元に向けた調査研究と調査研究成果の発信、活用		
	(国際共同調査・共同研究、シンポジウム等の開催、関連書籍の出版等)		
遺跡の価値を活かし、招きます	・沈没船の推定復元CG等の制作と公開 ・解説ツールの制作 ・ガイダンス施設の整備 ・文化財ガイドの育成 ・鷹島島内、市内観光ネットワークの構築	・博物館機能を備えた（拠点）施設の整備 ・伊万里湾沿岸地域との観光ネットワークの構築	・水中考古学専門機関の設置
	元寇船をテーマにした各種ソフト事業の展開		
	(体験学習、観光及び物産開発、国際交流、イベント等)		

・総合的な水中考古学の専門研究機関の設置

今後、遺跡の活用を具体化するため、遺跡の活用を検討する専門組織を設定し、保存管理計画をさらに踏み込んだ整備活用計画の策定を予定している（表１）。

（３）現在の取り組み状況

保存管理計画の策定が平成24年３月のため、現在は短期（５年以内）目標期間であり、「水中考古学の拠点に向けての基盤整備」の実現に向けた取り組みを行っている。整備活用事業の進め方では具体的な事例として「沈没船の推定復元CG等の制作と公開」、「解説ツールの制作」を掲げており、このことを基本にデジタルコンテンツ活用事業を具体的に進めて行くこととした。

３．デジタルコンテンツの活用

（１）遺跡の特異性

国史跡鷹島神崎遺跡は水中に存在する海底遺跡である。その指定範囲は、ごく一部港湾施設としての陸域を含むが、ほとんどが海域である。そのため、専用の機材なくして、海底に存在する遺跡に到達することはできず、直接陸上から見ることもできない。また、閉鎖的海域である伊万里湾内に存在するため透明度が低く、グラスボートなどから海底を覗くことも困難である。さらに、調査で確認した２隻の元寇船については、フナクイムシからの食害を防ぎ船体を保存するため、埋戻しを行っており、その姿を見ることはできない。

鷹島神崎遺跡を含む鷹島海底遺跡は、国内の水中遺跡の中で、今日まで継続的な調査が行われている唯一の遺跡であり、当地が水中考古学の先進地と言っても過言ではない。しかしながら、水中に存在する海底遺跡であるが故、「見ることができない」、「行くことができない」、遺構・遺物等を現地に復元・整備することが困難な遺跡でもある。

（２）現在の展示施設と活用状況

引き揚げられた遺物は、松浦市立鷹島歴史民俗資料館、鷹島埋蔵文化財センターにおいて保存処理・展示・保管を行っている。ここで展示・保管している遺物は、平成６・７年、平成13・14年に行われた地方港湾神崎港改修事業に伴う緊急発掘調査によるものを中心に、学術調査などにより発掘されたものを含め約4,000点ある。遺物は海から引き揚げられているため塩分を含んでおり、強化処理等の前に脱塩作業を行わなければならない。特に、船の材料である木材の保存処理には相当の期間を要するため、処理の過程も含めた展示を行っている。平成６年に引き揚げられた３号碇（いかり）を例にとると、４年間の脱塩処理を行った後、平成10年からPEG（ポリエチレングリコール）の含浸を開始し、平成21年に乾燥を終えるまで、約15年を要した。

平成24年には、国の指定を受けたことを契機に、遺跡を見渡せるように、国史跡鷹島神崎遺跡展望所を整備した。その折に、現在の風景と元寇船を絵付けしたアクリル板を重ね、当時の様相を再現できる「歴史ビジョン」を設置している。しかしながら、背景が広範囲な海のため、ビジョンに画かれている元寇船と背景のスケールに差が生じリアリティに欠ける状態であった。

（３）デジタルコンテンツの検討

前述したが、鷹島神崎遺跡は、海底遺跡であるが故、遺構・遺物等を現地に復元・整備することが困

難な遺跡である。そこで、デジタルコンテンツを活用することにより、「見ることができない」、「行くことができない」部分を表現することとした。デジタルコンテンツを検討するにあたっては、多くの人に利用してもらうようスマートフォンに着目し、拡張現実（以下「AR」という）や仮想現実（以下「VR」という）に対応するアプリを開発することとした。

４．アプリの開発準備

（１）開発にあたって

アプリの開発は、平成27年度地域の特色ある埋蔵文化財活用事業により、国、県の補助を受け実施した。特に、アプリの根幹となる元寇船の復元について、詳細な復元コンピュータグラフィックス（以下「CG」という）を制作することとした。また、平成28年１月に、合併後の市制施行10年を迎えることから、記念事業の一環として取り組み、記念式典の折に完成発表を行うこととした。

アプリの開発にあたっては、事前に先進的に取り組んでいる事例を調査するとともに、現地視察を行った。アプリの形態としては、サーバーの設置の有無や、AR機能として「マーカー」、「ＧＰＳ」などの活用について検証を行った。その結果、本市の通信環境が充足していないことや、ランニングコストを考慮し、サーバーは設置しないこととした。また、アプリの利用範囲を市内全域とし、海に浮かぶ元寇船を再現するためにＧＰＳ機能を活用し開発を行うこととした。

（２）業者選定の手続き

事業実施にあたっては、年度初めの早い段階で「松浦市拡張現実システム業者選定要領」を制定し、趣旨、業務委託の概要（業務名称、業務の概要、履行期限、業務委託料）、選定方法、選定委員会の設置などの基準を定めた。

特に、業者の選定については、新たに設置する「松浦市拡張現実システム導入選定委員会（以下「選定委員会」という）」において、市が指名する業者の企画提案書及び参考見積書を総合的に評価する「総合評価方式」により、選定することとした。

（３）選定委員会

選定委員会は、委員長に教育長、委員として、政策企画課：広報担当（１名）、総務課：情報担当（２名）、商工観光課：観光事業担当（２名）、文化財課：文化財担当（４名）があたった。

選定委員会では、実施要領（業務委託概要一覧）や選定評価基準書について協議し内容を定め、この実施要領に基づき、拡張現実システム導入に係る企画提案を受けることとした。

実施要領の業務概要では、アプリに次の要素を盛り込むものとした。

＜実施要領　業務概要　抜粋＞

①国史跡鷹島神崎遺跡で発見された沈没船の高精細な推定復元CG等の制作をするものとする。

②書物や文献等を基にした蒙古襲来（元寇）の史実を学習でき、貴重な遺跡として歴史的価値や魅力を発信するものとする。

③国史跡鷹島神崎遺跡の特徴である海底遺跡について、理解しやすい内容･表現とするものとする。

④交流人口の拡大など地域の振興に寄与するものとする。

⑤アプリのダウンロード方法、使い方等を記した広報チラシ・ポスター等を作成するものとする。

なお、業務委託料については、15,660千円以内（ただし、導入翌年度から発生する５年分の運用費用は含まない）とした。

業者の選定に際しては、松浦市競争入札指名申請書（物品・役務の提供等）の提出がなされている者の中から、他の地方公共団体において拡張現実システムに類する導入実績があるもの及び本市に企画等の提案があった者を５者選定した。

企画提案に先立ち、技術点及び価格点の採点方法を選定委員会において決定した。技術点については、企画力や技術力、システムの導入後の拡張性、サポート体制などを評価することとした。価格点については、参考見積による導入費用と運用費用を基に評価することとした。

企画提案を行う５者からは、実施要領に基づき企画提案書の提出を受けるとともに、それぞれからプレゼンテーションによる企画の説明を受けた。審査は、選定委員会から６人を選出し、評価を行った。評価終了後、評価結果の集計を行った後に、選定委員会を開催し、導入業者を選定した。特に、今回の提案では、企画力に重きを置いた審査（配点）としていたが、それぞれ得意分野があり、僅差で選定することとなった。

（４）事業着手

審査の後、選定委員会より首長あて導入業者の選定報告を行うことで正式な業者の決定となり、契約を締結する。契約は、選定委員会実施要領に基づき作成された企画提案等を基に作成した仕様により締結した。なお、内容を拡充するため、期間中に変更契約を行い、コンテンツの追加を行った。契約の概要は次のとおりである。

業務名	松浦市拡張現実システム導入業務委託
契約の相手方	株式会社　ジーン
契約締結日	平成27年７月10日
（変更契約	平成27年10月２日）
契約額（当初）	15,501,780円
（最終）	18,569,520円
履行期間	H27.7.13 ～ H28.3.31

５．アプリの内容と公開

（１）アプリのタイトル

鷹島神崎遺跡が蒙古襲来という日本史上重大な事件を理解する上で欠くことのできない、きわめて重要な遺跡であることから、タイトルについては「蒙古襲来」とした。

また、アプリの開発にあたり「元寇船」を高精細に復元することを根幹に、乗船体験や元寇船発掘の様相などを体感できるものとし､サブタイトルを｢～甦る元寇船～｣とした（図５）。

（２）アプリの主要な機能

アプリの機能については、高精細に復元した元寇船をベースに、７つのメニュー（６つのコンテンツとおまけ）を設けた。アプリは、伊万里湾を取り囲むように、合併した松浦市全体で活用できるものとし、海との関係性を深めたものとしている。コンテンツについては次のとおりである。

図５　AR蒙古襲来トップ画面

１）元寇・鷹島海底遺跡とは

文永の役、弘安の役それぞれについてアニメーションによる説明と、鷹島神崎遺跡の解説を行う。

２）文化財リスト

市内にある国県指定の文化財、元寇・松浦家に関する文化財及び鷹島島内にある市指定文化財の30ヶ所を掲載している。選択することにより文化財の説明や写真が表示される。マップとも連携しており所在位置の表示や現在地からのルートを案内する。

３）乗船体験

元寇船のCGが実際の位置から５ｍ先にあるよう画面に現れ､近づくことにより乗船の体験ができる。また、画面を通し360度の映像も見ることができる

図６　乗船体験画面

図８　展望台からの風景（ARによる船団）

図７　フェリー航路上に現れる元の船団

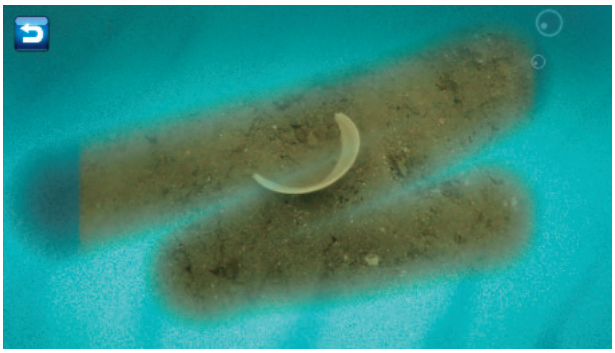


図９　海底遺跡発掘写真（白磁碗が出現）

（図６）。

４）元寇船団AR・マップ

文化財リストにある遺跡、ARビューポイント及び松浦市のマスコットキャラクター「松浦松之介」記念撮影ポイントが表示される。

伊万里湾を取り囲むように配置した元寇船ARビューポイントでは、沖を埋め尽くす元の大船団の復元ARを見ることができる。

特に、フェリー航路では元寇船団の間を突き切って行く迫力ある映像を体験できる（図７）。また、松浦市内の展望台からは、伊万里湾を埋め尽くす船団がARで再現される（図８）。

５）海底遺跡発掘写真

鷹島１号沈没船、鷹島２号沈没船及び神崎港付近の海底の様子が現れ、アイコンを選択し画面をなでると遺物の画像が出現する。海底地形図や測量図などは、実際の調査で作成したものを使用している。同様に画像についても、調査時の画像を使用している（図９）。

６）元寇検定

元寇にまつわる問題が４択式で、全50問中の10問が出題される。問題は地元の鷹島中学校の生徒が作成した。

７）おまけ

チラシにARマーカーを入れており、マーカーを読み取ることにより、元寇船や発掘中のダイバーが出現する。チラシ裏面には、管軍総把印ペーパークラフトを印刷しており、組み立てることによりARによる押印が体験できる（図10）。

（３）その他の機能

その他の機能として、アプリの活用、連携のため、ＳＮＳの投稿を容易にするとともに、画像の撮影を可能とした。また、多言語化や近隣で公開しているアプリとの連携を行うこととした。

加えて、平成28年１月に予定している市制施行10周年記念式典の折に、CGにより推定復元した元寇船を公開するため、ヘッドマウントディスプレイ（以下「HMD」という）用の映像も制作し、体験できるようにした。

図10　AR蒙古襲来チラシ

（4）アプリ公開

アプリは、平成28年１月12日にApp Store、Google Playにて配信が開始された。アプリは無料である。１月16日には市制施行10周年記念式典に併せ、午前中に報道関係者への発表、午後からは式典会場に体験コーナーを設置しPRを行った。

報道関係者への発表では、ARを活用した文化財に関するアプリの公開が長崎県内で初めてということもあり、ローカルテレビ２社、新聞４社より取材を受け、テレビニュースや新聞で取り上げられた。

（5）元寇船推定復元の考証

元寇船の推定復元CGの作成にあたっては、東京大学名誉教授　安達裕之氏に監修をお願いした。また、船体の復元設計に際して、関西設計株式会社小嶋良一顧問に協力いただいた。

以下、安達氏が取りまとめた元寇船のCG作成要領より一部を抜粋する。

＜元寇船のCG作成要領抜粋＞

『蒙古襲来絵詞』　中国船は中世日本の絵師の知る唯一の外国船であったため、祖師高僧伝絵や寺社縁起絵といった説話画には中国船が中国船のみならず日本の遣隋使船・遣唐使船や百済船・新羅船・高麗船として登場する。中国船は油石灰を船体に塗り、網代帆を揚げたところから、白い船、編み目のある緑色の帆を揚げた船が中国船という約束事が絵の世界では成り立っていた。『蒙古襲来絵詞』の元寇船もその例に漏れず、CG作成の用には供せない。

船体　鷹島海底遺跡出土の隔壁から元寇船の船型と外板構成は判明するので、船体は新安船に準拠して全長約34m、幅約10m、深さ約４m、船底部構造をcarvel-clinkerのV-bottomとした。

上廻り　上廻りの出土例はなく、上廻りはまったく不明なので、近世長崎に来航した中国船と琉球船に準拠した。

艤装　艤装は近世長崎に来航した中国船と琉球船に準拠し、碇は鷹島海底遺跡出土の３号碇に準拠して碇身を約６mとした。

復元にあたっては、これまでの発掘調査の結果を活かしている。鷹島から発見された２隻の船は、キール（竜骨）と隔壁を有しており、中国船の様相を示している。そこで、船首部分を新安船、帆・帆柱を朱印船から応用している。平成６年の緊急調査で発掘された３号碇も船首部に搭載しており、碇に使われていた竹製のロープ（竹索）も表現している。

その他、網代帆の六目編みの表現や、ロープの結び目など細かい部分も復元している。色については、船体の船底部は油石灰を表現する白色、上部は黒色とした。船の中で多くの箇所で利用されているロープも、竹索はこげ茶、シュロ縄は黒色など素材の違いを表現し、よりリアリティ感を高めた（図11）。

6．HMDの活用

（1）「松浦市まち・ひと・しごと創生総合戦略」

人口減少克服・地方創生に取り組むため、平成26

図11　推定復元した元寇船

年12月に国の「まち・ひと・しごと創生総合戦略」が策定された。松浦市では、国の総合戦略策定を受け、平成27年９月「松浦市まち・ひと・しごと創生総合戦略」を策定し、地域活性化・地域住民生活等緊急支援交付金（地方創生先行型）が交付されることとなった。

この交付決定を受け、事業の目的、期間、発展性などから、AR蒙古襲来と同アプリで制作した元寇船CGを使用することにより、交流人口の拡大を図る事業を展開することとした。

事業を進めるにあたっては、「地域の観光資源の開発等を行う事業」であることが必須であったため、「鷹島海底遺跡と観光産業の融合」を主題とした。具体的には、HMD用アプリケーションソフトの制作と観光PR用の映像制作及び鷹島海底遺跡をツールとしたPRイベントの開催を行うものである。総事業費は10,767千円であり、うち10,000千円が交付金である。

（２）HMD用アプリケーションソフト開発

この交付金事業では、AR蒙古襲来により推定復元した元寇船のCGを最大限に活用しコンテンツを制作することとした。主となるコンテンツは、元寇船の様相をVRによって疑似体験ができるHMD用アプリケーションソフトの制作である。併せて、鷹島海底遺跡を観光資源として活用するため、元寇船CGを活用した松浦市の観光PR映像を制作する。

業務名	「鷹島海底遺跡」と観光産業の融合事業業務委託
契約の相手方	株式会社　ジーン
契約締結日	平成27年12月16日
契約額	8,856,000円
履行期間	H27.12.16 ～ H28.3.31
導入数	２台

（３）HMDによる元寇船体験

HMDを大別すると、没入型（VR型）と透過型（AR型）に分けられる。没入型は現実の世界と切り離して目の前のコンテンツに集中させることができる。また、右目用と左目用で別々の画像を表示することにより立体映像を見せることができる。一方、透過型は外界の情報と自分の目との間に情報を表示するレイヤーを追加することができ、現実世界との情報の共有が可能となる。

今回開発するHMD用アプリケーションソフトでは、元寇船をよりリアルに見せられるように、仮想空間をつくる没入型を採用した。

HMDを装着すると、上下左右全ての空間がVRにより再現される。元寇船に乗船した状況を体験することができ、大海原を進む元寇船の甲板に立ち、コントローラーを用いながら、甲板の上を自由に移動できる。

なかでも、VRの３次元世界で青空高く帆が伸びる光景は圧巻である（図12）。

このHMD用アプリケーションソフトのコンテンツとして、「てつはう的当てゲーム」も制作した。元寇船の周囲に「的」がランダムに出現し、その的

をめがけ「てつはう」を投げ点数を積み上げるというものである。ゲーム性を持たせた内容で、イベントや子供たちの体験学習の導入に活用している。

（4）松浦市観光PR映像

松浦市観光PR映像として、推定復元した元寇船団VRを活用し、３次元の実写映像を作成した。伊万里湾に浮かぶ元寇船団VRの風景から、現代の映像に徐々に移り、市内の観光スポットを巡る構成となっている。

撮影には、ドローンや360度撮影できるカメラなどを使用しており、HMDを通してみる360度の映像は、迫力あるものに仕上がった（図13）。「鷹島神崎遺跡の空中散歩」、「養殖生簀の海中でマグロと一緒に泳ぐ」などの疑似体験ができる映像をはじめ、タイムラプス（一定間隔で連続撮影した静止画）による幻想的な風景映像などが盛り込まれている。

なお、PR映像は、通常の２次元（モニター上映用）の映像も作成しており、無償で様々な機関団体などに配布し活用をしている。

（5）PRイベントの開催

平成28年３月19日（土）から20日（日）の２日間、福岡市天神ライオン広場において「出張！バーチャル水中考古学ミュージアム　by長崎県松浦市」と題しPRイベントを開催した。

イベントではAR蒙古襲来のPR、HMD用アプリケーションソフトの公開、PR映像の上映を行った。その他にもアプリの元寇クイズを活用した参加型の催しや学芸員トークを行い遺跡の紹介を行った（図14）。

福岡都市圏において、鷹島海底遺跡のPRイベントを実施することは初めての試みであり、その効果は未知数であった。しかしながら、福岡天神のライオン広場は、百貨店やバスターミナル、私鉄や地下鉄の駅が集積する場所で、平日約２万人、日祝日４万人が通行する場所である。定量的な数字では判断できないが、イベントに来た人鷹島歴史民俗資料館への来館や、アプリのダウンロード件数の堅調な推移など、一定の効果があったと考えている。

図12　HMD使用状況

図13　PR映像の一部

図14　PRイベントの様子

7．利用拡大に向けて

（1）歴史民俗資料館での活用

交付金事業の実施に併せて、鷹島歴史民俗資料館へタブレットを５台導入した。AR蒙古襲来をインストールしており来館者に対して無償で貸し出すほ

か、ボランティアガイドなどにも貸し出している。

また、交付金事業で制作したHMD用アプリケーションソフトを活用できるよう、埋蔵文化財センターの一角に視聴コーナーを整備した。平成28年５月３日から８月28日の間には、特別展「AR蒙古襲来公開記念　水中考古学がもたらした奇跡」を開催し、アプリとHMDのPRも行っている。

（２）通信環境の整備

アプリの導入に際しては、本市の通信環境を考慮し、サーバーを設置しないアプリケーション方式をとった。これにより、アプリをダウンロードしていれば、コンテンツを利用することが可能である。しかしながら、コンテンツを充実させたことにより、AR蒙古襲来のサイズは306MB（iOS、バージョン2.1）となった。アプリの内容や機能を高度化させるため、覚悟のうえでのサイズであったが、iOS利用者にとっては、不便をかける結果となった。アプリのサイズが100 MB を超えたため、App Storeからダウンロードするには、Wi-Fi環境が必要となったのである。

松浦市において、Wi-Fi環境が整備されている箇所は、道の駅などに限定されており、肝心の鷹島歴史民俗資料館は未整備である。そのため、ダウンロードを希望する来館者の期待に応えることができず、タブレットの貸し出しで対応している状況である。

市内各地にあるビューポイントを楽しむには、個別のスマートフォンにダウンロードしてもらうことが効率的であるため、基点となる鷹島歴史民俗資料館の通信環境改善が急務である。

（３）アプリのダウンロード件数（表２）

アプリのダウンロード件数は、平成28年６月末現在で959件となっている。件数の月別推移を見ると、公開を行った１月末が517件と最も多い。市制施行10周年記念行事におけるPRを行ったことと、併せて臨時の無料Wi-Fiスポットを設置したことによるものと考えられる。その後３月までは、福岡市でのPRイベントの効果もあり、118件であった。しかしながら、直近の６月末は67件と、５月の57件から持ち直したものの伸び悩んでいる状況にある。

表２　AR蒙古襲来月別ダウンロード数

（単位：件）

年	月	iOS		Android		合計	
		累計	月別	累計	月別	累計	月別
H28	1	324	324	193	193	517	517
	2	408	84	227	34	635	118
	3	485	77	268	41	753	118
	4	542	57	293	25	835	82
	5	580	38	312	19	892	57
	6	621	41	338	26	959	67

注１）　iOS、Androidとも公開は平成28年1月12日
注２）　ダウンロード件数は、各月末集計

OS別にみると、iOSが621件、Androidが338件と、iOSが総数の65％を占めており、iOSの利用者がアプリの関心が高いことが伺える。これをみても、App Storeからダウンロード環境整備は急務と考えられる。

（４）利用者を増やすための取り組み

前述のとおり、アプリのダウンロード数は、失速気味である。そこで、ダウンロード件数を増やすための取り組みとして、元寇に関連する近隣の自治体、施設と連携を図っている。

アプリの相互連携として、佐賀県立名護屋城博物館と連携を行った。それぞれのアプリに「近隣アプリのご紹介」コーナーを設け相乗効果を期待している。

また、元寇関連の遺跡を有する自治体のイベントへ参加し、AR蒙古襲来のPRやHMDの体験コーナーを設けている。

（５）今後の展開

平成28年度も引き続きアプリの機能強化や活用を図ることとしている。推定復元した元寇船や鷹島２号沈没船の３次元画像の詳細を観察できるコンテンツの作成や、復元した元寇船の３Dプリンターによる立体化などである。

また、HMD用アプリケーションソフトについても、復元した元寇船や鷹島２号沈没船の３次元映像を活用したコンテンツを制作中である。

デジタルコンテンツというものは、日進月歩の技術であり一定期間が来ると陳腐化すると言われる。

旬な時期にできるだけ最新の情報を付加したいと考える。

８．終わりに

（１）限られた時間での開発

アプリ開発にあたっては、「市制施行10周年記念行事の開催日＝発表の期日」が先に決定していいたため、業者の選定手続きから、元寇船の推定復元、システム開発の完了まで非常にタイトなスケジュールであった。

さらに、地域活性化・地域住民生活等緊急支援交付金の交付決定により、１月から３月までの間で、HMD用アプリケーションソフトの開発、PRビデオ撮影・編集、福岡でのイベントの開催を行わなければならず、事業の進捗管理には細心の注意が必要であった。

これらの事業がスムーズに実施できた背景には、情報担当部局での実務経験のある職員の存在が大きかった。仕様書内容の検討、業者選定に係る選定基準の作成、業者との調整など、かつての経験を活かし、限られた時間の中で、無事に事業を完了させることができた。

平成28年度の事業実施にあたっても、この担当職員を中心に新たなコンテンツの追加を進めている。

（２）元寇船は海底にあり

繰り返しになるが、鷹島神崎遺跡は、水中に存在する海底遺跡であるが故、「見ることができない」、「行くことができない」、遺構・遺物等を現地に復元・整備することが困難な遺跡である。また、『鷹島神崎遺跡保存管理計画書』の長期目標では、元寇船の復元・公開も視野に入れているものの、船を引き揚げるにあたっては、技術的・費用的にクリアしなければならない課題も多く、明確な時期を示すことが難しい。

このように、整備・活用を行うには課題を多く抱える遺跡であるが、デジタルコンテンツを活用する今回の試みにより、水中遺跡の一部を表現することができた。

今後もAR蒙古襲来やHMD用アプリケーションを有効に利用し、元寇船が眠るという希有な海を広く知らしめ、鷹島神崎遺跡で付加価値を生み出したいと考える。

【参考文献】

松浦市教育委員会　2011『松浦市鷹島海底遺跡　総集編』松浦市文化財調査報告書第４集

松浦市教育委員会　2014『国指定史跡　鷹島神崎遺跡保存管理計画書』

研究代表者　池田榮史　2016『水中考古学手法による元寇沈船の調査と研究』科学研究費補助金基盤研究（Ｓ）研究成果報告書

松浦市教育委員会　2016『松浦市鷹島海底遺跡　平成27年度発掘調査概報』松浦市文化財調査報告書第７集

【注】

１）撮影・編集　町村　剛

アプリ「甦る屋嶋城」

渡邊　　誠（高松市創造都市推進局文化財課）

１．はじめに

（１）屋嶋城跡の概要と城門遺構の調査

本市に所在する屋島は、古代山城屋嶋城跡、屋島寺、源平合戦の古戦場の３つの要素から、史跡に指定され、メサ地形や畳石等の地形や地質の点から天然記念物にも指定されている。また、国内最初の国立公園として瀬戸内海国立公園の一角を構成する。現在では、源平合戦の古戦場、四国霊場84番札所屋島寺、すばらしい眺望を有する立地から、観光地として位置づけられ、年間50万人の人が訪れる名所となっている。

この屋島に所在する屋嶋城跡は、その名が『日本書紀』天智天皇６年（667）11月条に記されており、対馬国金田城、倭国高安城とともに築かれた古代の山城である。

しかし、この屋嶋城も近年までその存在が不明確で、幻の城と呼ばれてきた。平成10年に平岡岩夫氏の城壁の一部に関する新たな指摘を契機として、本市教育委員会が調査を開始し、14年に城門が発見されたことで、屋嶋城が実在したことが確定した。

その後の調査の進展によって、城門は懸門構造をなし、門道の床面は石敷きであったことなども明らかとなった。

また城門を構成する柱穴も４基確認した。その一方で、城門が最も雨水等が集まりやすい構造であったことや地震等によって、門道の床面を構成する石材や盛土の大部分が崩落し、流失していることも明らかになった。城門において最も重要な門礎（唐居敷き）及びその位置を確定することができず、城門の構造を明らかにすることができなかった。しかし、城門の考古学的情報が明らかになる中で、後述するように、城門復元への市民の強い要望も出てきた。

（２）屋嶋城跡の城門遺構の整備事業について

屋嶋城跡の城門地区の発掘調査によって、多くの成果を得ることができたが、同時に遺存していた城門及び城壁の石積みのほとんどが崩落の危機にあることが判明した。城門遺構は発見の経緯やその構造が屋嶋城跡を象徴する場所であり、古代讃岐に築かれた山城の構造や歴史を伝えるべく保存と活用のため、平成19年度から整備事業として石積みを解体し、修理復元を実施してきた。その中で、調査時には十分に確認できなかった城門の柱穴や門道の構造等が明らかになり、市民の方々から城門の復元に関する要望が挙げられるようになった。近隣に総社市鬼ノ城の西門が復元整備されていたことも後押しとなっていたと考えられる。

しかし、既述のとおり、城門遺構を構成する考古学的情報の不足から、現地での復元は極めて難しいという結論に至った。しかし、同時に復元建物に代わるもので、往時の城門を視覚的方法を用いて、市民の方をはじめ、多くの方に伝える方法を検討することとした。その過程では、イラストのほか、AR技術をいち早く取り入れていた長岡宮（京都府向日市）、難波宮（大阪市）のARの導入方法や運用状況を視察するとともに、文化庁から推奨いただいた下高橋官衙遺跡（福岡県大刀洗町）の「れきしびじょん」等の視察を行った。そのような過程を経て、現

地の修理復元した石積みの迫力を活かして、城門を見せたいという想いから、城門をCGで復元し、AR技術を用いて現地で体感できるようにするために、アプリケーションの製作を実施することとした。製作は、整備事業の一環として実施し、文化庁の国庫補助事業「歴史活き活き！史跡等総合活用整備事業」を活用し、アプリ「甦る屋嶋城」の製作を実施した。

事務手続きにあたっては、高松市創造都市推進局文化・観光・スポーツ部文化財課が主管し、屋嶋城跡調査整備会議等から御意見を賜った。

２．アプリ「甦る屋嶋城」

（１）アプリの内容と特徴

今回のアプリケーションの製作の最大の目的は、城門をCGにて復元し、現地にてそれを復元建物の代わりに体感していただくことであった。今回の整備事業では、城門遺構に関する考古学情報の消失が著しく、調査成果から1350年前の建造物としての城門を復元することはできなかった。そこでそれに代わる視覚的表現を模索し、本事業ではスマートフォンやタブレット端末を利用したアプリケーション（以下アプリと呼ぶ）を製作し、その中で、CGで製作した城門をAR（拡張現実）やVR（仮想現実）技術を用いて、現地で体感できるようにした。

本事業のようなAR技術を用いた文化財への活用方法は、近年、急速に浸透し始めており、その流れの中に本事業も位置づけることができる。今回製作したアプリ「甦る屋嶋城」はAR技術を用いてCGで復元した古代の城門と復元整備された石積みという現在の景観を融合するもので、現地の石積みを最大限活かして城門を甦らせ、体感できることが最大の特徴である。AR技術を用いて現地で見ることのできる城門は、整備された範囲のすべての角度から見ることができ、様々な視点から城門をみることができる。製作上、最も問題となったのが、GPSの精度であった。現在の精度では５ｍほどの誤差が生じることから、復元された石積みのなかに正確に埋め込むことが、困難な場合が多く、見た目に違和感を覚える状況であった。既述のとおり、他事例と異なり、石積みの中にCGを表現することから、違和感が大きく、製作時に様々な試行錯誤を行い、最終的に手動で微調整（上下左右、拡大縮小、角度の回転などの操作）するというひと手間をかけることで、臨場感のある城門を見ることができるようになった。また、AR技術を用いたことで、現地でしか見ることのできない景観（城門）とともに写真撮影を行えるという点も特徴である。

加えて、本アプリでは、上記のAR技術を用いたコンテンツは操作が必要なため、操作にやや不慣れな場合にも対応できるように、VR技術を用いて復元した城門を見ることができるようにも配慮した。VRの場合は、４つのポイントから城門の状況を見ることができ、各ポイントで見られる状況を少しずつ変更した。城門が開いた様子、さらにはその先に現在は見ることのできない古代の高松湾が望めるような画像とした。

以上が本アプリの主たる目的であるが、この他に、顔認識による兵士なりきり記念撮影、イラストや写真を用いた屋嶋城の解説を分かりやすく行うとともに、屋嶋城に関するクイズも楽しむことができる。また、本整備事業で実施した城門をやや離れた場所から見ることのできる展望所でも、古代の高松湾をVRで楽しむことができる。

屋嶋城跡の各遺構に加え、このほか史跡及び天然記念物屋島の山上に所在する様々な名所をナビゲーションシステム（マップ）を用いて周遊することもできる。また、現地への誘引の一つの試みとして、本整備で製作したパンフレットとも連動させ、アプリを用いてパンフレットのイラストを読み取ると簡単なAR体験もできるものとした。

以上のアプリケーションの内容については、当初の業務仕様書に加え、公募型プロポーザル方式によって業者の特定を行ったため、提案されたコンテンツも含まれている。なお、AR技術を用いた城門の再現については、製作過程の試行錯誤によって生み出されたものである（図１）。

甦る屋嶋城

Android/iOS（iPhone・iPad）対応

①アプリＴＯＰ画面

②アプリ各画面

「甦る屋嶋城」は、最新技術によって甦った屋嶋城をタブレットやスマートフォンで、体感することができる。また、屋島を散策しながら、屋嶋城の歴史や屋島の魅力を楽しむこともできる。

図１　アプリケーションのコンテンツ

（2）歴史考証の内容と方法

城門の復元にあたっては、まず、発掘調査の成果の整理を行った。既述のとおり、現地の遺構は流失が著しく、門扉の位置等の構造を明確に明らかにすることができなかった。そのため、発掘調査で得られた様々な成果を精査するとともに、総合的に検討するため、柱配置等が明らかになっている古代山城の城門の事例を検討し、平面的な構造を検討した。さらに、検討の結果について屋嶋城跡調査整備会議の委員等に御意見・御指導をいただいた。

まず、平面形の確定を重視し、想定される城門立面観及び構造について検討を行った。屋嶋城の調査研究はようやく深まってきたものであるとともに、他の城門が見つかっていないことから、調査によって確認された城門の屋嶋城における位置づけ（価値づけ）を行うとともに、調査によって明らかになった城門の防御的な構造から、機能性を優先的に考え、上屋構造について検討した。実際には、CGにて復元されたものを様々な角度から見て、柱の配置、構造、太さ、のせ方、蹴上の高さ、城壁との取りつきなど、様々な点について御指導・御意見いただきながら修正し、作り込んでいった。平面的な検討が立体的に復元され、視覚化されることで、多くの知見を得ることができたとともに、上屋部分の当初のイメージがより具体的になっていった。同時にその過程では、建築の専門家の助言が必要不可欠であることも痛感し、考古学的な検討の一部がいかに机上の論理であるかということも実感することができた。

建物の歴史考証に加え、重要なことは、現地で端末上でどのように復元されたCGが表現されるかである。本アプリ製作においても、既述のとおり、事前の確認作業において、表示位置や角度のズレが様々な形で現出した。修正過程においてはマーカーレスなど様々な方法が検討され、なるべく違和感なく、表現されるように一般公開までの間、可能な限り現地での位置情報の補正やARのプログラミングの修正を行った。また、CG等が表示されない場合や表示される場所等についても何度も確認を行い、補正を繰り返した。なお、これらの補正はスマートフォンやタブレット端末ごとで異なるため、本事業においては、Android端末は機種が多様である現状から、機種を限定して設定の補正を行わざるを得なかった。

以上の点が、今回の製作を通じて、AR等の技術を用いるアプリを製作する上で非常に重要な点であると痛感した。

3．アプリの運用

（1）公開方法

作成したアプリについては、Apple Store及びGoogle Playにおいて無料ダウンロードが可能となっている。アプリケーションの保守は現状では行わず、OS等の変更によって修正が必要になった場合において、実施する予定としている。本市のホームページ及びパンフレットの一部にアプリ紹介及びダウンロードに関する説明を行っている。このほか、現地周辺の案内看板においてもQRコード等を用いて、アプリダウンロードに向けた誘引を実施している。さらに、屋島山上の屋島ドライブウエイ山上売店にて、アプリをダウンロードしたタブレット端末を12台配備し、来場者への無料貸出を行っている。加えて、小中学校や市民等から事務局に依頼のあった案内においては、８台のタブレット端末を利用して、見学者への案内や説明などを実施している（図２）。

（2）貸出運用方法

タブレット端末の貸出は、屋島ドライブウエイ株式会社に委託し、今年度については試験的運用として位置づけ、利用料金は無料としている。貸出期間は土日祝日及び瀬戸内国際芸術祭2016の会期中とした。実際の貸出に当たっては、売店で、住所・氏名・電話番号を記載し、身分証明書の提示を行っていただいた上で、貸出しを行なっている。なお、合わせて、タブレット端末自身の保証とは別に、屋外使用のため、盗難などを想定した保険にも加入している。

①AR・VR技術を用いた実際に見ることのできる城門CG画面（左及び下：AR、右：VR）

②アプリを用いた現地案内の状況

図２　アプリケーションのコンテンツ実施状況

（３）運用補助

山上駐車場では、貸出しの案内看板やポスター等で周知するとともに、観光交流課と連携して旅行者や県外向けの情報誌等にも掲載するなどの周知を実施している。また、本アプリは屋嶋城のみならず、屋島山上の史跡名所等も案内でき、屋島山上のナビゲーションとしても利用することができる。昨今の外国人観光客の増加に伴い、多言語化（英語、中国語（簡体字・繁体字）、韓国語）を図っており、外国人向けのパンフレット代わりとしても使用することが可能である。

４．今後の課題

現地での案内時に説明板に加えて、タブレット端

末を用いることで、さらに今は見ることができない往時の景観を現地で体感することができ、史跡の理解を促進するツールとして、年齢を問わず非常に好評である。史跡の魅力を多面的に伝達する方法として、視覚的方法と実際に残された遺跡若しくは整備された遺跡を組み合わせて体感できることは、今後の史跡の活用においては重要であることを本アプリの製作及び運用を通じて痛感した。これまで、二次元で伝えてきたものは、やはりリアリティーに欠ける部分があり、一般の方にはなかなか伝わりにくい部分が多かった。また、現地に往時の建物等を復元することは現制度では非常にハードルが高く、多くの費用（建設及び維持管理）がかかることから考えても、今後非常に重要なツールとなるであろう。現在の多くの史跡に関するアプリが単体のアプリ若しくは行政区域に規定されたものである。本事業でも一つの史跡のアプリとして製作を行ったが、今後は、形態にとらわれず、現在普及している様々な既存のアプリ（ポケモンGO）やプラットホームの利用や連携ができれば、よりコストを下げることも可能かもしれないし、効果的に面的に情報を発信することが可能となり、利用率等を向上させることができる可能性があるのではないかと考えられる。そのようなことが可能になれば、今回のアプリ用に製作したCGや解説、多言語の解説等のデジタルのデータは形態を変えながら、AR技術を用いてより良いフォーマットで利用できるとともに、そのような改変が可能という意味で、本アプリやCGの製作には更なる可能性が広がっており、今後の運用方法や連携方法等が模索される必要があろう。また同時にこのような点がデジタルを活用したツールの強みである。アプリなどの運用においては、文化財部門よりは観光部門で行う方が、上記の可能性は広げやすいのではないかと感じている。

一方で、アプリの運用を開始すると、現地で、手軽に体験してもらうためにはいくつかの問題点や課題が明らかとなった。いくらスマートフォンやタブレット端末が普及したとは言え、現状ではその使用や所有は一般化までには、まだまだ時間を要すると考えられ、機器の操作方法に関する知識やアプリの利用率等については、世代間で格差が著しい。そのため、ダウンロード等の操作時に思わぬ問題も発生した。

また、操作方法等の伝達方法についても、どの程度の内容が適切であるかという判断が難しい場合が多い。実際に史跡の案内で使用する場面においても同様なことが言える。

さらに、本アプリの場合、CG等の精度や表示する際の精度やプログラミング等によって、アプリの容量が膨大になったため、ダウンロードにおいてWi-Fi接続が必要となった。個々のネット環境やWi-Fiスポットの機器等によって時間を要するため、ダウンロードに物理的、心的な一定のハードルができ、現地で手軽に楽しめるという点においては障壁となっている。屋島山上の駐車場にWi-Fiスポットを設置できたため、状況を改善することができたが、それでも５～15分程度の時間を要するため、現地でたまたまアプリを知った観光客等にとっては利便性を損なってしまっている感がある。

このほか、GPSの現状の精度等、現在の技術レベルや社会環境などにおける変化が必要な側面等もあり、それらを踏まえつつ、今後改善していかなければならない点も多い。

屋嶋城跡の活用、さらには今後の文化財の活用という点からも、利点のみならず、上記のような反省点や問題点を整理し、発信し共有することで、活用方法における様々な改善を図っていくことが必要である。

【参照情報：本市ＨＰ】

http://www.city.takamatsu.kagawa.jp/26025.html

【参考文献】

高松市教育委員会2016『屋嶋城跡―城門遺構整備事業報告書―』

アプリ「VR高松城」について

高上　　拓（高松市創造都市推進局文化財課）

１．はじめに

（１）高松城の概要

高松城は、天正16年（1588）に生駒親正によって築城が開始され、寛永19年（1642）に入部した初代松平頼重・二代目頼常が大規模な改築を行い、明治維新まで高松松平家の居城であった城郭である。瀬戸内海に面し、３重の堀すべてに海水を引いた、「水城」として知られる。明治以降の都市計画や戦災により、城郭の大部分は失われたが、現存する本丸・二の丸・三の丸・北の丸・桜の馬場といった曲輪を中心に、国指定史跡「高松城跡」として指定されている。高松市民にとっては、都市公園「玉藻公園」という呼称が馴染み深い。JR高松駅や高松築港に至近で、オフィス街の中に浮かぶ都市型の公園として、また観光地として利用されている。

（２）史跡高松城跡の整備

史跡高松城跡においては、平成10年度に電車軌道に隣接する地久櫓台の解体・修理を行って以降、鉄門石垣、天守台石垣、桜御門石垣といった石垣修理事業を多数実施している。中でも、天守台石垣は城内最大の石垣を根元まで解体し、積直すという非常に規模の大きな事業であるとともに（石垣平面積771㎡）、解体中に石垣の破損要因を考古学的・土木工学的な知見から推定し、対策としての新工法の導入についても積極的に議論してきた経緯がある。こうした取り組みによって、石垣修理に関するノウハウが蓄積しており、現地説明会の開催やパンフレットの作成等により、活動の成果を公開してきたところである。

石垣の他にも、城内には現存する建造物である「艮櫓」「月見櫓」「水手御門」「渡櫓」が重要文化財として指定されており、日時を限定して内部を公開してきたほか、大正３～６年（1914～1917）に松平家の高松別邸として城内に建築された「披雲閣」が、構造調査、類例調査などの調査研究により、平成25年度に重要文化財に指定されている。また、26年度には、披雲閣に付属する庭園である「披雲閣庭園」についても国指定名勝に指定されるなど、城郭の構成要素について価値がそれぞれ見いだされ、文化財としての指定を受けてきている。

また、披雲閣の正門にあたり、城内で最も復元根拠の整っている「桜御門」を対象として、復元整備事業が進捗しており、平成30年度末の復元完成にむけて現在石垣修理を実施している。桜御門が完成すれば、往時の景観がより復元可能となる。

このように、高松城跡の整備は、遺構の修理・復元といったハード面での整備が先行している状況にある。一方で、史跡指定範囲が本来の城域のほんの一部（約１／８）にとどまること、天守や地久櫓といった大規模な建造物が現存しないこと、本来海に面した城であったが、現在は海側が埋め立てられており、いわゆる「水城」の景観が失われていることなど、複数の要因から、往時の城郭としての景観が来場者にはイメージしがたいという問題点がある。この点は、高松市民にとって、地域の来歴と土地利用を理解する上でも、また観光面においても短所である。一般来訪者からよく耳にする「高松城にはお

城が無い」（概ね天守が現存しないというニュアンスであろう）という言葉が、多くの観光客からみた素直な感想である点は否定できないだろう。

こうした状況下で、ソフト面の整備としては、主に指定管理者及び観光部局の発案で、堀を和船で周遊する「城舟体験」や、桜の馬場や披雲閣等を使った映画上映会・植木市など各種イベントが催され、近年来場者数は増加傾向にある。

（3）アプリ作成に至る経緯と体制

観光客誘致や市民の高松城への親しみやすさを醸成することを目的に、平成27年度にVRを用いた高松城のアピール用アプリを作成した。作成にあたり、財源の一部は公益財団法人松平公益会の助成金を受けて実施した。事業体制として、高松市創造都市推進局観光交流課が事務処理を主管し、同文化財課が監修等を補佐する体制を採った。発注に際しては提案公募（プロポーザル）方式による入札を実施し、凸版印刷株式会社が落札した。

2．VR高松城について

（1）アプリの内容

本アプリの内容は以下のとおりである。また、いずれも英語・フランス語・中国語・韓国語の多言語対応としている。

①360度VR機能
②フォトフレーム写真撮影機能（スマホ用のみ）
③周辺観光地案内（スマホ用のみ）
④桜シーン（貸出用タブレットのみ）
⑤VRジャンプ（貸出用タブレットのみ）
⑥城内解説文

（2）アプリ作成の目的

アプリの作成にあたり、第一の目的としたのは城内の精緻な復元CGの作成である。上記のとおり高松城は近代以降の改変で往時の景観をかなり失っているが、中でも中心となるのは現存しない天守のVR復元である。

四国最大規模の天守が、修理が完了した天守台石垣の上にいかに巨大に聳えていたか、視覚的に復元することの意味は大きいと考えた。併せて、現存しない数々の櫓や多聞塀をVRで復元することで、城内の往時の景観を総体として知覚することが可能になることを目指した。これは高松市民にとっても未だ見たことの無い景観であり、観光客にとっても魅力の一つになりうるものと期待された。また、高松城への来場を促進するための装置とするため、アプリ機能の大半は城内に来訪しなければ作動しない仕様とした。

第二の目的は、来訪者に、新たな観光メニューを提供することである。城内で体験したことを自宅に持ち帰ることができるようにし、旅の思い出として振り替えることで満足度を向上させることを目的に、天守を背景とした記念撮影が可能なARフォトフレームを作製した。

（3）歴史考証の内容と方法

今回のアプリ作成にあたっては、城内の建造物の復元CGが占める割合が極めて高く、特に現存しない建造物については限られた史料から三次元的に復元する必要があった。また、復元対象を城下町までとしたため、復元対象範囲が極めて広く、全てに対して十分な復元根拠が提出できる資料状況ではなかった。このため、建造物のVR復元に次の３つのランクを付け、目指す作業精度を定めたのちに作業に移った。すなわち、①現存する建造物を基にVRを作成するもの（例：月見櫓・艮櫓など）、②史跡内で、現存しないが、指図や図面、古写真等の根拠資料を基にVRを作成するもの（例：旧披雲閣、天守、桜御門など）、③史跡地外で現存しないが、主に町屋など、作成するアプリではあまり前景に写らず、主に背景として機能するもの、である。①については現存する建造物がそのままモデルであり、VR復元の作成根拠は十分である。②③については、「高松城下図屏風」や古写真、現存建物を手掛かりに景観を復元した。ただし、③の部分については、現在史跡高松城跡（玉藻公園）の範囲外ですでに市街化が進んでいる地域であること、また、アプリの作動範囲を史跡高松城跡内に限って起動する仕様として

いたことから、城下町部分については背景として精度の高い復元を求めないこととした。このため、細部を個別に作成せず、一部のデータをコピーペーストして作成することで省力化と業務期間の短期化を図った。

以上の基本方針を基に、事務局と受注者が適宜協議を行い、文化財課が中心となって記載内容の校正を行った。また、受注者から史跡高松城跡建造物整備会議会長である谷直樹氏に考証を依頼し、建造物の復元CGについての監修を得た。

3．アプリの運用

（1）公開方法

作成したアプリについては、アップストア・グーグルプレイからダウンロードが可能である。また、作成したチラシ等の刊行物にQRコードを添付しており、こちらからダウンロード元への移動が可能である。ただし、容量が大きいこと（430M）から、Wi-Fi環境下でないとスムーズなダウンロードができず、また、ダウンロードに数分以上の時間が必要であることがアプリ完成後に明らかになった。観光で訪れた先で気軽にダウンロードするには容量に基づくこうした制限が大きく、容易な運用の妨げとなっている点は否めない。

また、玉藻公園管理事務所（指定管理者事務所）に事前にアプリをダウンロードしたタブレット端末を15台配備し、来場者への無料貸出を行っている。

（2）貸出運用方法

タブレット端末の貸出にあたっては、利用料金を無料とした。これは、利用促進の側面もあるが、玉藻公園の管理を指定管理者に委託しており、その枠組みの中で貸出業務を指定管理者に委託したことにより、指定管理者に公金を収納させることが困難であると判断したためである。実際の貸出に当たっては、管理事務所で住所・氏名・電話番号を記載し、身分証明書の写しを控えて貸出している。

（3）運用補助

玉藻公園観光ボランティアガイドに使用方法をレクチャーし、従来の観光案内と併用して視覚的な案内ができるよう試みている。

4．今後の課題

今回作成したVR高松城において、高松城内の往時の景観について、文化財担当者でもなかなか全景がイメージしづらい全容が可視化され、今後の史跡案内や事業説明を行う際に、非常にイメージを伝えやすい素材ができたことは一つの成果であると言える。

一方で、本稿執筆段階では貸出タブレットの稼働数・アプリダウンロード数は必ずしも多くない（運用開始から４か月で前者206件、後者766件）。無料とはいえ、貸出・返却に係る手間がある点、容量が大きく気軽にダウンロードしがたい点等が要因として考えられる。また、CGの精彩さは一つの成果であるが、アプリの内容としては出来上がったCGを「見る」ためのアプリで、主体的な働きかけでなにがしかの変化が起こるような設計ではなく、ややもすると「お堅い」内容となっている。アプリ作成の方向性として、娯楽性や操作性に重点を置くという方法もあり得たであろう。ただし、高い娯楽性を求めて開発される一般のゲーム等のアプリに比べて、予算と期間と対象に強い制限のある本件の様なアプリにおいて、精緻で正確なCG作成という方向性はある程度適正であったと考えている。（完成後に丸亀城のアプリを操作する機会があったが、操作中の音楽やタップ音、表示のタイミングやアイコンの配置等の細かな工夫で、より娯楽性を高めることはできたと反省している。）

もう一つの問題は、アプリ動作の基盤となる機器やシステムの仕様が今後どのように変化するのか、見通しをたてるという前提自体とりがたく、継続的に運用するためには、ごく短期間で機器やシステムの変化へのキャッチアップが必要とされる体系に選択肢なく組み込まれることである。自治体における担当職員の人事異動のサイクルと、こうした機器類のアップデートのサイクルを、どのように合致させ

維持し続けることができるのか、大きな課題であろう。本市においても既にアプリ作成時の担当者が1名異動しており、完成したもの（しかも物理的な形の無いもの）の維持にどれほどの労力を継続的に投下できるかは事後的に覚悟の問われる点であろう。

ここまで、利用数の少なさと維持の困難さについて述べてきたが、最後に今後の活用の可能性について触れておきたい。

今回作成したアプリは、上述のとおり正確で精緻なものであるが、一方それ単体では娯楽性に欠け、ぼんやり観光する人間を引き付けるようなキャッチーさを有していない、という特徴を有している。ただし、視覚的に往時の姿を想像できる映像が提供できるという点は、現地で来訪者を案内する、いわゆる遺跡探訪的なイベントをよく開催する筆者のような立場の人間においては、極めて有効な情報伝達手段になりうる。古地図や絵図を紙資料に添付して説明するには、説明を受ける方にもある程度、現地の地理観が分かっていなければならないが、CGを提示することで、より容易かつ具体的に現地の様子が想像できる。そうした理解を前提により詳細な説明へのガイダンスが可能となる。

CG自体は単なる映像である。相手の様子をうかがって自発的に説明を追加することもないし、説明が不足していると感じた時に反復することもしないし、アドリブで何かトリヴィアルな情報を提供したりもしない。

それ自体は無機質で冷たい印象を与えるものでしかないが、利用者とアプリの間に生身の人間（解説者）を介在することで、大きな魅力を生むことができると考えている。現地で、生で見なければわからないという地理的・時間的限定性を伴う情報には、実は大きく深い魅力が潜んでいる。ただぼんやりと観光してブラブラ歩いただけでは見逃してしまうような情報は、情報の発掘者により顕在化され、解説者によって伝達共有される。地元話・楽屋話のような、「いまだけ、ここだけ」という限定性が面白さを規定する類のストーリーは、生身の情報伝達者（ストーリーテラー）が目の前にいて、受信者とのコミュニケーションの中で初めて成立する娯楽である。サングラスがトレードマークの某有名司会者が各地を探訪する番組が人気を博しているのは、土地に固有の来歴や地形などの情報単体が面白いのではなく、情報を掘り起し、それを伝達する人と受信する人との間に生じるコミュニケーションによって生起される新たな発見や新たな視座の獲得が面白さを生んでいるのである。アプリはこうした機構のうち、伝達機能をより円滑に、効果的に行うことができるポテンシャルを秘めている。

今回作成した高松城のCGは精緻である。だが無機質で冷たい。これを面白さに昇華させるには、アプリという手段を生身の人間がどう活用するかという次元での議論と実践が必要であろう。幸いにも、筆者のような文化財担当者は、現地案内や説明会の開催など、現地に根付いた活動を行う機会に恵まれている。アプリの利用者とのコミュニケーションの機会に恵まれている筆者たちは、こうしたアプリ活用の最前線に立っていると理解している。

一方、今回作成したアプリの利用は、文化財セクションのみに限定されるものではなく、より多角的に利用されてもいいように思う。観光ガイドによるタブレット利用はもちろんその一つであるが、学校の先生による地域学習や、地域イベントの際に用いるPR画像への利用、建築やCG製作関係の教育素材としても用いる事ができるのではないか。いずれにせよ、アプリが完成しネットワーク上に公開した段階が活用のスタート地点であり、それをどう活かすかは生身の人間の働きかけに懸っている。

バーチャル高松城制作業務委託　仕様書

1　事業名

バーチャル高松城制作業務委託

2　目的

史跡高松城跡玉藻公園は、歴代高松藩主の居城であった高松城跡を整備した都市計画公園であり、市民の憩いと潤いの場として親しまれているだけでなく、ＪＲ高松駅や高松港からほど近く、国内外からの観光客を迎え入れる高松市の顔・シンボルとしての役割を担っている。

本事業は、最新の拡張現実（以下「ＡＲ」という。）や仮想現実（以下「ＶＲ」という。）の技術を用いて、現存しない高松城天守閣や往時の城下の町並みを再現し、それを体感できる環境を整えることによって、観光客の満足度向上と更なる観光客誘致につなげるとともに、市民への歴史・文化教育の普及と玉藻公園に対する誇りや愛着の醸成を目的とする。

3　実施方針

（1）　体験型観光コンテンツの創造による観光客の満足度向上を目指す。

（2）　話題性の高い最新ＩＣＴ技術に触れることができる事業とし、これまで来園機会が比較的少なかった層も含め、幅広く新規来園者を呼び込めるようにする。

（3）　高松市の歴史や高松城に対する関心の薄い観光客や市民が、分かりやすく、かつ楽しくそれらを学ぶことができる場を創出する。

4　履行場所

市が指定する場所、受託業者社内

5　履行期間

契約締結日～平成２８年３月３１日

6　業務内容

高松城天守閣や往時の城下の町並み等を高精度ＣＧで作成し、それらにより仮想現実を作り出すＶＲと、現実の地面や空の映像の中にＣＧの建物・人物等が現れるＡＲの両方を楽しむことができる仕組みを構築する。

また、本事業で導入する貸出用タブレットＰＣを利用した園内ガイドツアーのほか、個人のスマートフォンやタブレットＰＣ等（以下「スマートデバイス」という。）でもＡＲ・ＶＲを操作できるようにし、いつでも自由に城跡散策を楽しむことができるものとする。

（1）　高精細ＣＧ作成

ア　本事業に使用する高精細な３ＤモデルのＣＧを作成すること。

イ　ＣＧの作成は、次の範囲を対象とし、詳細な作成範囲及び精度については、提案すること。

①　高松城（天守閣、本丸、二之丸、三之丸、北之丸、西之丸、桜の馬場、東之丸、大手前）

②　城下町の一部

③　天守閣からの眺め（瀬戸内海に浮かぶ御座舟等）

ウ　ＣＧは、建物外観を制作するものとし、原則、建物内部は構築しない。

エ　データは、汎用性を担保し、スマートデバイスにおいて活用可能なものとすること。

※　受託者は、業務に必要な資料のうち市が所有するものは、貸与を受けることができる。ただし、それ以外の資料については、受託者の責任において収集すること。資料の使用に当たっては、第三者が権利を有するものかどうかを調査し、権利の侵害のないようにすること。また、権利承諾申請等の各種申請が必要になる場合には、原則として受託者の責任と負担において行うこと。

（2）　上映用ＣＧ動画作成

ア　（1）で作成したＣＧをもとに、市有施設等の映像設備で上映し、往時の高松城や城下町を体感できる上映時間５分以上の高精細動画を作成すること。

イ　動画上映中にＣＧを操作しながら、映像についての説明を行える仕組みを導入すること。

1

（３） バーチャル高松城システムの構築（ＡＲ・ＶＲの作成）

（１）で作成したＣＧ映像を、実際に玉藻公園内を散策しながら、貸出用タブレットＰＣ及び個人所有のスマートデバイス上で３６０度見渡せるＶＲシステムを構築するとともに、園内及び玉藻公園周辺で、ＣＧ再現された天守閣を背景に写真撮影ができる等、ＡＲの特性を加味した臨場感のあるシステムを構築すること。

そのほか、当時の天守閣からの眺めが体感できるバーチャル再現（城や城下町、瀬戸内海に浮かぶ御座舟等）なども行うこと。

システムの構築に当たっては、以下の条件を満たすこと。

ア　スマートデバイスで動作する、ＡＲ・ＶＲアプリを作成すること。

イ　ＡＲ・ＶＲアプリは、玉藻公園内及びその周辺を対象エリアとし、お薦めビューポイントを１０か所以上構築すること。

ウ　来園者が楽しみながら散策ができるよう、工夫を凝らしたシステムとすること。

エ　提案に際しては、利用者のシステムの利用場面及び操作手順を提示すること。

オ　対応ＯＳは、iOS 及び Android とし、利用者は、貸出用タブレットＰＣ又は個人所有のスマートデバイスを利用することとする。ユーザ登録機能を用いることも可能とするが、個人情報については取得・蓄積しないこととする。

（４） 学識経験者の監修

ア　ＣＧ等の作成については、高松市が指定する学識経験者の監修を受けるとともに、承認を得ること。

イ　最終成果物の納品までに、市の関係者及び学識経験者に対して２回以上の中間報告を行うこと。

ウ　中間報告は、最終成果物の稼働環境と同程度の仕様にて再現可能な機器や環境を用いた上で行うこと。

（５） 誘客の仕組みの提案

本事業の活用による、玉藻公園の誘客増のための提案を行うこと。

（例）ソーシャルメディア（ＳＮＳ）との連携、告知用ホームページの提案、広告掲出、ポスター、チラシの作成

（６） 事業運営のための仕組みの提案

高松市観光ボランティアガイド協会など地域との連携を推進し、園内ガイドツアーの開催や個人のスマートデバイスでもＡＲ・ＶＲアプリを利用した城跡巡りができるようにし、個人でも団体でも、来園者が気軽に楽しく高松城の歴史文化を体感できる仕組みを構築すること。

（７） 保守運用の提案

ア　運営の方法や運営費用について、提示すること。その際、クラウドサービスを含めてよいものとする。

イ　平成２７年度内にかかる運用費用については委託費に含めるものとする。

ウ　平成２８年度以降の運営についても提示すること。

エ　システムの保守運用費の低減の方策について提案すること。

（８） 独自提案

その他、本事業を効果的に実施するための提案を積極的に行うこと。

７　納入成果物

（１） 成果物の納入とその時期

本業務の成果物及び納入時期は、以下のとおりとする。

成果物	内容	納入時期
事業実施計画書	事業の目的、実施体制、実施内容、スケジュール、管理方法等を実施計画としてまとめたもの	事業着手前
設計書	仕様書等の要求事項を実現するために、事業に要求される内容を整理し、まとめたもの。監修を受けるためのＣＧ原案及びシステムの仕様書を含むものとする。	着手後すみやかに
監修書（報告書）	監修者の意見を集約したもの	開発前

ＣＧ設計書	監修者の意見に基づいて、設計を行った設計書	開発前
上映用ＣＧ動画	記憶媒体に記録したもの。(再生５分以上、ＤＶＤ又はその他の媒体)	納品時
ＣＧデータ	記憶媒体にて提供する。(ＤＶＤ又はその他の媒体)	納品時
機器	１　必要なソフトウェアのインストールを実施したiPad mini 又は同等以上のタブレットＰＣ端末２０台（貸出用タブレットＰＣ)。ただし、最新のGPS機能を有するものとする。 ２　１に示した機器の付属品とケース、充電器（２０台分）等一式。ただし、屋外での使用を想定したものとする。 ３　その他提案者が必要とする機器・設備類	納品時
ソフトウェア	機器にインストールするソフトウェア。動作可能機器に対し、任意にインストール可能な環境を提供すること。	納品時
操作手順書及び運用手順書	システムの操作方法（一般利用者及びシステム管理者用）や運用方法をまとめたもの。	納品時
障害対応マニュアル	障害時における復旧手順等についてまとめたもの。	納品時
その他	事業実施に当たり、市と受託者にて協議し、必要と認められたもの一式。	適時
完成図書	上記の成果物で最終確定したもの（紙面及びデータにて提供すること)	検収時

（２）　実施スケジュール(予定)

以下のスケジュールを基準とし、業務を実施すること。

平成２７年　８月　　契約・実施計画書の提出
　　９月～　設計書提出及び、監修者との調整
　　１２月　　中間報告及び監修
平成２８年　１月　　中間報告及び監修
　　３月　　実証実験及びプログラム・機器納品、検収

８　信頼性等の要件

（１）　信頼性

ア　貸し出しスマートデバイス及び関連機器については、開園時間内、問題なく動作すること。

イ　個人スマートデバイス及び関連機器については、２４時間３６５日動作すること。

ウ　その他必要な機器類については、利用状況に基づき、必要な可用性を確保すること。

（２）　可用性

アプリケーションに不具合が確認された場合は、速やかにAppstore又はGoogleplayにアップデートを提出すること。

（３）　完全性

アプリケーション内のデータが破損した場合の復旧を速やかに行う方法について、市に提示すること。

（４）　機密性

ユーザ情報の取得は、運用上必要最低限にとどめ、取得した情報については、漏洩・改ざん等事故が発生しないように対策を行うこと。

（５）　拡張性

ア　ＣＧについては、様々な活用ができるように考慮し、作成すること。

イ　アプリケーションについては、他システムとの連携のための拡張性を考慮し、拡張のための仕様が変更できること。

（６）　上位互換性

委託期間中にＯＳのアップデートが発生した場合は、これに対応すること。

（７）　システム中立性
　アプリケーションは仕様の実現上特に必要な場合を除き、受託者への依存性の高い技術を利用せずに構築すること。
（８）　アクセスシビリティ
ア　スマートデバイスに不慣れな利用者でも、複雑な操作を行う事なく利用できること。
イ　屋外での操作の際にも安全に利用できること。

９　テスト要件
　開発を行うシステムについて、単体テスト、統合テスト、総合テストなど必要と考えられるテストとその手法をテスト計画書として取りまとめ、本市の承認を受けた後にテストを実施すること。また、テスト結果は、テスト結果報告書として取りまとめ、本市の承認を受けること。

１０　実施体制等の要件
（１）　本業務を確実に履行できる体制を設けること。
（２）　本業務の実施に当たっては、受託事業者側で事業マネージャーを設置して、事業の進行管理を行うこと。
（３）　市との窓口は、事業マネージャーが行うこと。
（４）　本事業の実施に当たり、受託期間中、最低でも月に一度は担当者と打合せを行い、進捗やシステム内容について協議すること。
（５）　玉藻公園及び関係施設において作業を実施する場合は、作業期間及び作業時間について事前に市と協議すること。
（６）　市が指定する場所以外で業務を行わないこと。
（７）　市が指定する場所以外に個人情報を持ち出さないこと。
（８）　システム導入時に、必要なマニュアルを納品すると共に、職員及び高松市観光ボランティアガイド協会に所属する観光ガイドに対し研修を行うこと。

１１　最終成果物の著作権
（１）　著作権は、実施主体に帰属するものとし、利用権は、市が有するものとする。
（２）　市は、教育普及、観光誘致等を目的として、最終成果物を活用する。
（３）　最終成果物は、市の許諾の下、実施主体者が活用を行い、高松市をＰＲするとともに、本事業費の回収に貢献するものとする。

１２　適正な労働条件の確保
（１）　所定労働時間については、労働基準法に基づき、工事の施工や業務の実施に当たっては、就労の実態を踏まえ、完全週休２日制の導入や１日の労働時間を縮減する等、法定労働時間の週４０時間（特例措置の適用を受ける事業にあっては、週４４時間）を遵守すること。また、時間外、休日及び深夜（午後１０時から翌日の午前５時まで）に、労働させた場合においては、同法に定める率の割増賃金を支払うこと。
（２）　雇入れの日から起算して６か月間継続勤務し、全労働日の８割以上出勤した労働者に対して、最低１０日の年次有給休暇を付与すること。いわゆるパートタイム労働者についても、所定労働日数に応じて年次有給休暇を付与すること。
（３）　労働者の雇入れに当たっては、賃金、労働時間その他の労働条件を明示した書面を交付すること。
（４）　賃金は毎月１回以上、一定の期日にその全額を直接、労働者に支払うこと。支払の遅延等の事態が起こらないよう十分配慮すること。賃金については、最低賃金法の定めるところにより最低賃金額以上の額を支払うこと。
（５）　労働保険はもとより、労働者の福祉の増進のため健康保険及び厚生年金保険は法令に従い加入すること。なお、健康保険及び厚生年金保険の適用を受けない労働者に対しても、国民健康保険及び国民年金に加入するよう指導すること。
（６）　（１）から（５）までに定めるもののほか、労働基準法、労働安全衛生法ほか労働関係法規を遵守すること。

金沢城ARアプリの開発と運用

― 北陸新幹線金沢開業を契機とした新たな情報発信 ―

柿田　祐司（石川県金沢城調査研究所）

１．はじめに

石川県金沢城調査研究所は、平成13年７月に金沢城研究調査室として県教育委員会文化財課内に設置され、平成14年度から金沢城調査研究委員会、同専門委員会の指導・助言のもと、

・金沢城に関する総合的な調査研究
・基礎データの整理・収集
・情報の発信

を三つの柱として、絵図・文献、埋蔵文化財、建造物、伝統技術（石垣等）の四つの分野において、調査研究事業を本格的に始めた。平成19年４月に改組され、金沢城調査研究所となった。

現在、21名の職員が勤務し、文献、建築、考古学を専門とする職員が、それぞれの専門分野を活かして、金沢城について調査研究を行っている。

金沢城内には、昭和24年（1949）に新制大学として金沢大学が置かれ、城郭内キャンパスとして親しまれていたが、平成６年度（1994）までに郊外の角間キャンパスに移転した。平成８年に石川県が用地を取得して以後、金沢城公園としての整備が開始され、広く一般に開放されることとなった。

金沢城跡は、平成20年６月に国の史跡に指定されたが、城内に金沢大学が置かれていたこともあり、それまでは未指定の文化財であった。指定される以前の公園整備に伴う調査は、遺構を保護するための調整がなされたとは言うものの、調整が難しい場所については、記録保存が行われてきた。史跡指定以後、現在も公園整備事業は進められており、金沢城調査研究所では、復元整備等の遺構確認調査や立会調査等を実施している。

そういった中で『金沢城ARアプリ』は、北陸新幹線金沢開業が目前に迫ってきた平成25年に新たな情報発信として、「普通の観光案内では満足のできない熱心な歴史ファンに向けて」ということをコンセプトに開発を行ったものである。

２．金沢城跡と公園整備

（１）史跡金沢城跡の概要

金沢城跡は、小立野台地が平野部へ舌状に張り出した先端部（標高約60m）に位置し、金沢平野が一望できる地点に設けられた平山城である（図１）。近世城郭となる以前は、天文15年（1546）に大坂本願寺によって、金沢御堂（金沢御坊）が設置され、周囲に寺内町が形成された。

天正８年（1580）、佐久間盛政が初めて金沢城主となり、城郭整備に着手した。天正11年の賤ヶ岳合戦のあと、羽柴秀吉方に味方した前田利家（能登国主）が入城し、天正14～15年の天守造営、文禄元年（1592）の高石垣築造など、本格的な城郭整備を進めた。寛永８年（1631）の大火後の造営で、ほぼ現在の城の縄張りが定まったとされる。以降、明治２年（1869）の版籍奉還まで、前田家歴代当主14代が約300年間にわたり城主となり、最大の大名の居城として機能し続けた。

明治４年、金谷出丸（現在の尾山神社境内地）を除く城域が兵部省（後に陸軍省）管轄となり、明治５年からは旧陸軍の兵営として利用された。旧陸軍

の時代に不要な建物や土塀・石垣の取り壊し、堀の埋め立てが順次進められ、明治14年の大火で、二ノ丸御殿が焼失した。現在、城内に残る近世の建造物として、金沢城石川門（重要文化財）、金沢城三十間長屋（同）、金沢城土蔵（同）などがある。

戦後は、昭和24年（1949）に、文部省所管の金沢大学が開学し、大学キャンパスとして利用されてきた。平成７年（1995）２月に金沢大学城内キャンパスの移転完了後、石川県は、金沢城跡を県民共有の財産と位置付け、都市公園「金沢城公園」として、平成８年３月に跡地21.77haを取得した。平成８年度から、金沢城公園の基盤整備を始め、平成13年の五十間長屋・菱櫓・橋爪門続櫓の復元建物の完成に合わせ、公園全域を一般に開放した。また、大手堀等の外堀の一部については、金沢市が都市公園「外濠公園」として公開・活用を図っている。

金沢城跡における埋蔵文化財調査は、昭和43年（1968）の金沢城学術調査委員会による本丸、二ノ丸等の学術調査が最初である。その後、金沢城跡を埋蔵文化財包蔵地とみる意識が明確となり、昭和50～61年までは、主に金沢大学が主体となり、大学施設設置等工事に伴う事前発掘調査が行われたが、その過程で、それまで伝存した多くの埋蔵文化財が失われた。

（２）都市公園整備

平成３～４年には、金沢大学移転後の整備・活用策を検討するための基礎的調査を実施するため、県教育委員会は、「金沢御堂・金沢城調査委員会」を組織し、中・近世の文献調査、主要遺構の詳細な表面観察、踏査による調査を実施し、それが現在の調査・研究の前提となっている。

平成４～６年には、都市計画道路整備に伴い、県立埋蔵文化財センターが石川門前土橋、車橋門の一部で発掘調査を実施した。一方、県は、平成８年１月に金沢城跡を都市公園として活用するため、同年３月に国から用地を取得した。

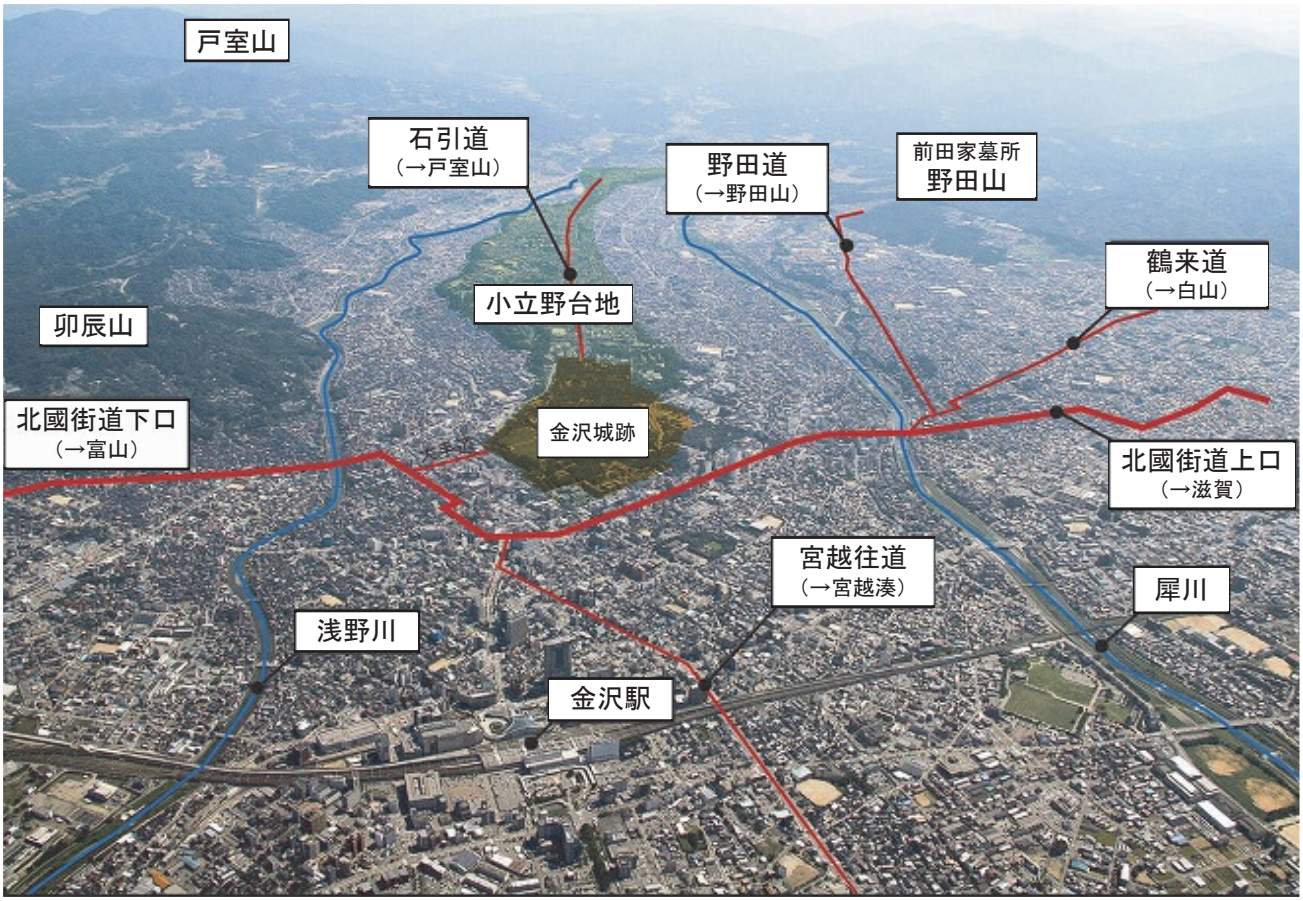


図１　金沢城跡俯瞰写真

平成９～13年には、金沢城公園整備事業に伴い、県立埋蔵文化財センターが五十間長屋、本丸附段、三ノ丸等の発掘調査を実施した。これと平行して県は、県民に開放された金沢城公園の活用のあり方を検討するため、平成９年、「金沢城址公園整備懇話会」を設置し、明治14年まで二ノ丸に現存した菱櫓・五十間長屋・橋爪門続櫓等について、史実に忠実であり、かつ本物志向の復元整備に着手した。これに伴い、平成11年には「金沢城址の櫓・石垣に関する修築・復元専門委員会」が設置され、専門的な立場からの指導助言を受けた。このような経過を経て、平成13年９月、金沢城公園二ノ丸に菱櫓・五十間長屋・橋爪門続櫓等の復元事業が竣工した。

金沢城跡における、最初の歴史的建造物の復元整備事業が、最終段階にきた平成13年７月、これまでの経緯に鑑み、専門的な調査研究機関の必要性が認識され、県教育委員会の文化財課の中に、金沢城研究調査室が設置され、平成14年度から、絵図・文献、埋蔵文化財、建造物、石垣等伝統技術の４つの分野から総合的に、金沢城跡の歴史的価値を解明する調査研究事業がスタートした。

その結果、平成14年度（2002）から、金沢城跡の変遷と構造を探るため、城内での埋蔵文化財確認調査を実施することとなった。特に、寛永大火（1631）以前の初期金沢城の様相を知らせる、絵図・文献が乏しく、また建造物などの遺構もないので、石垣の基礎的調査や城内埋蔵文化財調査を進めることで、成立当初の金沢城の様相が解明できるものと期待されている。平成19年（2007）４月には、金沢城研究調査室は、石川県金沢城調査研究所に改組された。

平成15年度以降は、公園整備事業に係る調査が再開され、いもり堀・河北門・玉泉院丸・橋爪門で復元整備にかかる確認調査が実施された。平成20年６月に史跡指定を受けた以後も公園整備事業は着々と続けられており、平成22年に河北門、平成27年３月には橋爪門、玉泉院丸庭園が北陸新幹線金沢開業に合わせて開園した。新幹線の開業効果はすさまじく、金沢城公園の入場者数は開業前平成26年度の約136万人から約240万人となり、外国人観光客の数も大きく伸び、開業２年目の平成28年度も落ち込むことなくその効果は継続している。

３．アプリ開発の経緯

（１）新たな情報発信

金沢城調査研究所では、「情報の発信」を調査研究事業の３本柱の一つとしているが、主な情報発信のメディアは、発掘調査報告書やパンフレット等の紙媒体で、それにＨＰや各種講演等を合わせた従来の方法によるものであり、不特定多数を照準に合わせたものではなかった。むしろ情報を求めてきた方にお答えするといった情報発信を行ってきたとも言える。

この従来型の情報発信ではなく、新たな情報発信が、北陸新幹線金沢開業が二年後に迫ってきた平成25年度の予算要求時に求められた。その時点では、スマートフォンアプリの開発を行うとは夢にも思っていなかった。当時、スマホの普及台数が所謂ガラケーよりもようやく多くなりつつあるような時期であり、所員の中でもスマホを所有しているのは数人だったように思う。

この時に求められた新たな情報発信について、当初は県庁サイトの中にある研究所のＨＰを拡充することを考えたが、それ以外の新しい情報発信の形を求められた。たまたま、ゲーム機にARというものがあって、ある形を認識するとゲーム機の画面上に画像が表示され、ゲームができるといったことを知っていた。そういった機能を使えば、こちらが指定した金沢城内の特定のポイントで、スマホのカメラ機能を使ってある形（石垣など）を認識させれば、情報が表示されるのではないかと考えた。ただ、その時は自分が開発の担当者になることなど一切考えてもいなかった。

その時から、先行する城跡をターゲットとしたアプリについて調べ始めた。またAR（Augmented Reality）と簡単に思いついたものの、日本語で「拡張現実」と訳されるとは知っていたが、詳細につい

図２ 「金沢城ARアプリ」リーフレット

てようやく調べ始めたといった状態であった。

（2）仕様の決定

当時、石川県内にはスマホ用のアプリを制作する業者はそれほどなく、また、県ではスマートフォンアプリの開発実績が、金沢城ARアプリの前にはわずかしかなかった。すべてが手探り状態の中での出発となり、予算300万円だけが決まっているという状態であった。

そのような中で、他県にAR難波宮（大阪歴史博物館）、しろまるひめ（姫路市観光交流政策室）といったARを用いた先進事例があったことから、担当者の方に電話で聞き取りをしたり、実際にダウンロードしたりしてアプリの構想を固めていった。

大きな壁となった一つに、ARとは一体何かということを説明することだった。「拡張現実」とは簡単に言うものの、なかなか理解されなかった。またVR（Virtual Reality）との違いを理解してもらうのも難しいことだった。

さらに北陸新幹線金沢開業という一大イベントが迫ってきて、それに伴うおもてなしということで、研究所が開発するアプリにもそういった観光案内的な要素、具体的には観光スポットまでのルート案内とか金沢城や兼六園の情報を一般観光客向けにするといったことも要求された。

観光案内的な要素ということについては、教育委員会が作成するアプリということで、そういった要素を中心としたアプリとはしないことで話を進めていったが、一般の観光客を完全に無視したようなものにもできないので、内容を階層的なものとし、深い階層ほどは難しい専門的な内容とすることで説明をしていった。また、観光情報を提供するＨＰ等へのリンクを入れ込むこととした。

県の業務としてこれまでほとんど実績がないことから、入札にはなじまず、プロポーザルを実施して開発業者を選定することとなった。評価の基準を何にすればいいのかといったことが分からず、手探りの状態で進めていった。

そして、業務委託仕様書を作る段になって、AndroidとiOSと両方のOSに対応するアプリを開発するには予算が足りないということも分かってきたことから、当時はAndroidのシェアが今後も伸びていくというネット等の情報やAndroidの方が多機種あって対応が難しいと聞いていたこともあって、Android版を先行して開発することとした。

また、研究所の発掘調査や石垣測量では三次元レーザ計測を実施していたことから、アプリの目玉としてそれらのデータを使用した３Ｄモデルを仕様の中に入れた。

（3）アプリの開発

プロポーザルを行い、ようやく本格的にアプリの開発を始めたのは、平成25年７月からであった。アプリのトップページやアイコン、全体の画面デザインやコンテンツを表示する画面と文字の大きさ、といった基本的な部分について開発業者と共に決定していった。実際に研究所で打ち合わせも行ったが、アプリのベータ版が出来た後は、不具合等の修正作業のやりとりは主にメールで行った。

目玉の一つとしていた３Ｄモデルについては、開発業者に制作を依頼するとしていたが、結局、研究所（担当者）で制作することとなった。また、スマホ（Android）でスムーズに表示できるポリゴン数に制限（2,000ポリゴン）があるとのことで、せっかく高精細な３Ｄモデルを作成しても削らずを得ず残念なものとなってしまっている。

コンテンツについては、研究所の所員の協力を得て209コンテンツ作成し、当初は開発業者にデータを渡してアプリの中に組み込んでもらったが、追加や修正については、研究所から直接サーバにログインして行った。

途中、使い勝手を確認するために地元の高校生にモニターになってもらい、実際に金沢城内でデモを実施した。Android4.0以上をターゲットに開発を進めたことで、当時はまだバージョンの古いAndroidOSの高校生もいたり、そもそもスマホを所持していなかったりとデモもすんなりとはいかなかったが、研究所でタブレットを用意するなどして

対応した。そして画面のデザインや切り替わり方等について意見をいただき、アプリに反映した。

平成26年３月に金沢城ARアプリのAndroid版をついにリリースした。同年の９月にはiOS版もリリースし、両OSに対応することとなった。また、平成27年３月には、北陸新幹線金沢開業の一週間前にコンテンツ完全版及び多言語版をリリースした。

（４）アプリの周知

金沢城ARアプリを如何に周知するか。これが大きな課題であった。Android版公開（H26.3）、iOS版公開（H26.9）、コンテンツ完全版及び多言語版公開（H27.3）といった、それぞれの公開時期に合わせて都合３回の資料提供の機会を作り、新聞等に取り上げてもらった。その他、金沢城公園の入り口各所に置かれている総合案内板のリニューアルに合わせてそれぞれのストアにリンクするQRコードを入れてもらったり、市内のホテルにチラシを配ったり、金沢駅のチラシ等を置く場所においてもらったりなどのことを実施した（図２）。

どれが一番効果が高かったのかは分からないが、金沢城に来る方は、必ずと言っていいほど総合案内板は目にするので、そこにQRコードを入れておいたの正解だったと思う。

また、ツイッターなどのSNSでも少ないながらも採り上げてもらえるようになり、そういった効果もあったのではないかと思う。

とはいうものの観光客の方が来ない限りは、このアプリの性格上ダウンロードすることはあまりないと考えられるので、北陸新幹線金沢開業の効果は絶大だったといえる。

４．アプリの特徴と内容

（１）金沢城ARアプリの概要

金沢城ARアプリは、一般の観光案内では満足のできない「熱心な歴史ファン」に向けた最高のおもてなしとする、ということをコンセプトに、金沢城調査研究所のこれまでの調査研究成果を配信するため開発した。

アプリは無料でダウンロードでき、金沢城、兼六園、尾山神社（旧金谷出丸）といった場所の55地点で合わせて209のコンテンツを利用者は見ることができる。アプリはコンテンツも含めたすべてのデータをダウンロードするものではなく、それぞれの地点でサーバと交信して情報を取得するものとなっている。

コンテンツを見る方法には地図から探索する方法とARで探索する方法の二つを用意している。コンテンツは３階層になっており、第１階層ではその地点の概要を示し、第２階層、第３階層と階層が深くなるにしたがって、より詳細な内容になっている（図３）。それらコンテンツには、ふんだんに発掘調査の写真や絵図、古い写真を使っている。また、それらのコンテンツとは別に石垣等の３Dモデルを８箇所、マーカ認識機能を用いて５箇所で画像を表示する。

（２）アプリの機能

まず、自前で更新が可能なものとするため、開発業者にはアプリのフレーム作成とサーバの保守・管理を委託した。開発が終了した現在は、サーバの保守・管理業務を委託している。

AR機能は、GPSを用いたロケーションベースとマーカを用いたビジョンベースのARを用いている（図３）。当初は、AR機能を用いて発掘調査の状況等を実際に整備された建物等に重ね合わせることで、整備の基となった資料を提示しようとも考えたが、開発するアプリは、タブレット等の専用端末用ではなく、使用者のスマホにダウンロードして使用することとしたことから、スマホの性能に負うところが大きく、誤認識することも考えられ、状態によって見え方も変わることから早々に断念した。

アプリは全国どこからでもダウンロードできるが、第１階層から第３階層の情報を見るには、それぞれの情報スポットでのみ閲覧することができるものとなっており、アプリをダウンロードしただけではすべてのコンテンツを見ることができないものとなっている。ただ、一度第１階層まで閲覧すると、

そのあとはどこにいてもその地点について、第３階層まで見ることができ、後からゆっくり見ることができるようになっている。

コンテンツ完全版をリリースするにあたり、金沢城内の５箇所でマーカ機能を追加した。マーカの特徴は、ピンポイントで情報を届けることができることである。５箇所とも整備が完了して、今は見られない発掘調査時の写真とした。マーカは石垣の刻印を模したものとし、解説とともにその地点に説明版として設置した。（図４はそのマーカの例で、金沢城ARアプリをダウンロードしていただいて実際に読み込んでみてもらいたい。）

図３　コンテンツの表示例

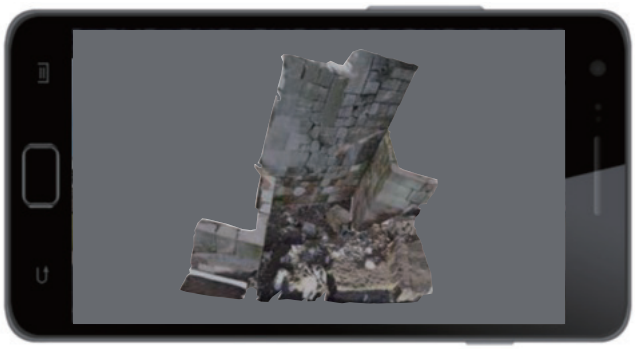
図４　マーカの例

こういったアプリにはゲーミフィケーションの要素が必要だと考え、一度情報スポットを訪れてコンテンツの第１階層を見ると、地図で探索画面の情報スポットを示す虫眼鏡が白色から緑色に変化するようにした（図５）。また、10スポットを訪問するごとに特典画像がダウンロードできるようになっている。こういったスタンプラリーの要素を入れることによって、他の情報スポットにも訪れる動機づけの一つになる。

（３）多言語版の制作

iOS版のリリース後、多言語版を制作しなくてもよいのかといった話が急に舞い込んできた。英語、韓国語、繁体字、簡体字に日本語を合わせて５カ国語版の制作を行うこととなった。途中紆余曲折があって、結局、英語のみとした多言語版アプリの制作をし、北陸新幹線金沢開業の一週間前にリリースすることとなった（図６）。

ただし、英語だけとはいっても、今後、言語を増やす可能性もあり得るので、他言語のフレームを増やすことで、すぐに対応できるようなアプリとなっ



３Ｄモデル表示例（色紙短冊積石垣及び滝壺）

訪問したスポットは「訪問済」と表示。虫眼鏡アイコンが、緑に変化。

10スポット訪問ごとに訪問特典がもらえる。

ゲーミフィケーションの要素

図５　アプリの特徴

トップ画面　「地図で探索」画面

第１階層　第２階層

図６　多言語版（英語）のコンテンツ表示例

ている。言語の選択は、スマホの言語設定で日本語以外であれば、現在はすべて英語で表示されるものとなっている。iOS版及び多言語版を開発したことで、開発費はトータルで約900万円となった。

５．アプリの更新と運用保守

（１）更新作業

アプリのコンテンツの更新については、研究所の担当者が随時行うこととなっている。アプリのプログラムそのものを触る必要はなく、サーバにＰＣからアクセスして作業を行うので、とても簡単である。ただし、コンテンツ以外の変更、例えば３Ｄモデルの追加といった場合には開発業者にお願いすることとなっている。

（２）運用保守作業

金沢城ARアプリは、レンタルサーバ内に置かれているが、サーバの保守・更新作業やOSのバージョンアップに伴う対応を業者に委託している。

（３）ダウンロード件数

Android版配信から約２年かかってダウンロード件数が１万件を突破した。保守契約を結んでいる業者から毎月OS毎のダウンロード件数と多言語版配信以後は国別のダウンロード件数についても報告してもらっている。それを示したのが図７になる。

多言語版も開発したことから、正確ではないものの、どこの国・地域のストアからダウンロードしたかを調べてもらい、外国人の方のダウンロード件数についても把握している。それによると、英語版のみということもあって、英語圏の方が圧倒的ではあるが、中国語圏の方も多くダウンロードしている。将来的には中国語対応のものも必要かと考えさせられるものである。

開業二年目となって、観光客の大幅減によって、ダウンロード件数も合わせて減る可能性があるかと考えていたが、予想に反して観光客の減少はほとんどなく、ダウンロード件数についても今のところ昨年度並みとなっている。

ただし、これはあくまでダウンロード件数であって、どれだけの利用者が実際に金沢城や兼六園をアプリを使って探索しているかは分からない。

６．アプリ開発の課題

（１）コンテンツの制作

金沢城のような文化財についてのアプリを制作する場合、単純にアプリの利用者を増やしたいのか、内容を充実して研究者の要望にも応え得るものにするのかといったところも課題となる。利用者を増やしたいのであれば、ガイドブック等に書かれている内容をコンテンツとし、観光情報等ともリンクしたアプリを作れば良いと思われる。また、一般的にはコンテンツも含めてアプリの開発を委託するケース

がほとんどで、一般の利用者をターゲットにするのが普通なので、そういったアプリになりがちと思われる。

金沢城ARアプリは、金沢城調査研究所が開発するといったこともあって、（途中に観光よりのアプリへの変更も求められたが、）当初から専門的な内容として所員の協力を得て、コンテンツのすべてを研究所で作成した。それによって、一般の利用者だけでなく歴史に深い関心を持っている方にも対応できるものになったと考えている。すべて丸投げで作成したアプリとは一線を画すものとなっている。

（2）開発業者

アプリを開発する際に最も大事なのは開発業者との意思疎通といえる。開発業者の担当者と入念な打合せを行うことにより、今回私が経験したような自前で３Dモデルを制作するといった思わぬ事態もある程度は避けられるのではないかと思われる。

開発するにあたっては、アプリについての知識を持っていることも重要なことではあるが、必要以上の知識を持って深入りしないことも肝要である。また、開発業者の得意分野も調べておくと、より良いアプリを制作できると思われる。

７．おわりに

アプリの開発を始めた平成25年から３年以上の月日が経った。現在のスマホの進化から考えると、３Dモデルなどはもっと高精細のものを提供できたのではないかと考えたりもするが、３年以上前の機種を使っている人のことを考えると、あまり最新の機能に拘らずに、こちらの伝えたいことを単純な形で提供する方がいい場合もある。金沢城ARアプリはそういったアプリで、あまり観光よりにならないようにしたつもりである。文化財（史跡）の積極的な活用を言われる昨今ではあるが、時には硬派な感じもいいのではないだろうか。

【参考文献】
1）石川県金沢城調査研究所、 2008「金沢城埋蔵文化財確認調査報告書Ⅰ」
2）石川県土木部公園緑地課、2016「金沢城公園 橋爪門復元整備工事報告書」

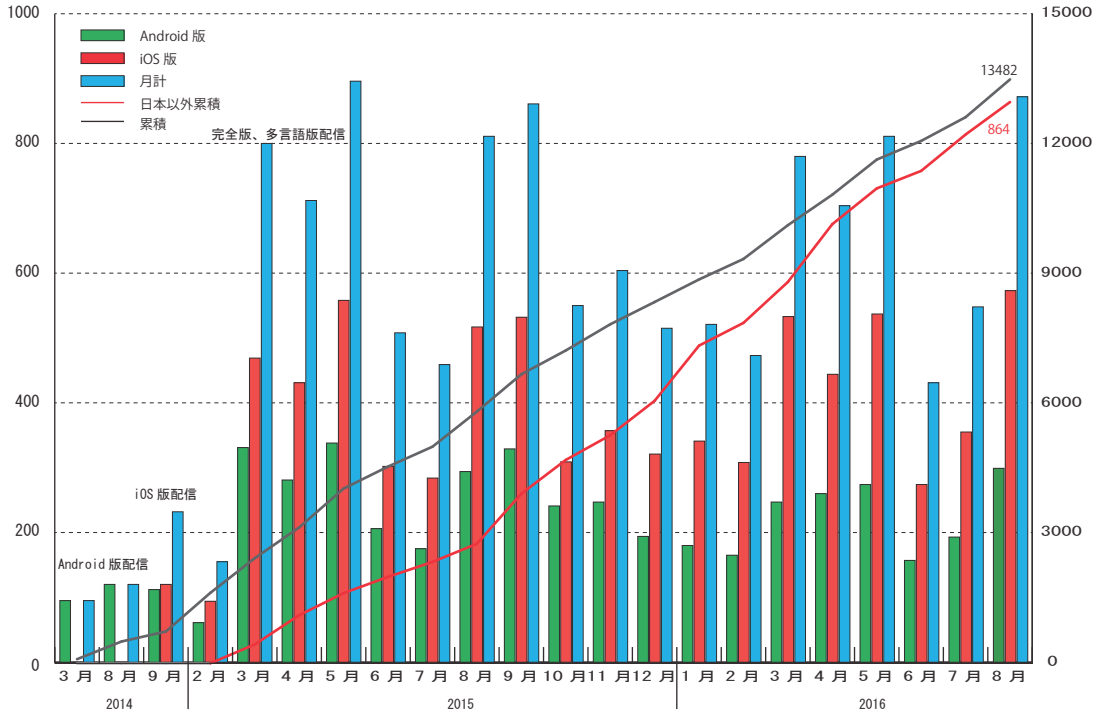


図７　ダウンロード件数の推移

敦賀港レトロ浪漫ARアプリ

― 近代港湾景観のVR再現と観光への利活用 ―

奥村　香子（敦賀市産業経済部観光振興課）

１．はじめに

（１）敦賀港の沿革

敦賀市は、福井県のほぼ中央に位置する人口約６万７千人の地方都市である。リアス式海岸が連なる若狭湾岸の東端に位置する敦賀湾とその最奥部にある小さな平野、それらを取り囲む山地から成っており、古くから日本海側の交流拠点として発展してきた。水深が深く波が穏やかな天然の良港を有していることに加え、琵琶湖に近接しその水運の利を最大限に生かせる立地であることから、特に物流面での優位性が高く、その歴史をみても古代渤海使節の受入や日宋貿易、近世における北国諸藩の荷受けなど、商業港的性格を強く有してきたことが分かる。

近代に入ると、大陸進出を図る国家戦略の中で敦賀港の重要性は高まった。明治15年（1882）、長浜との間に全国で５番目、本州日本海側初となる鉄道路線が開業。明治32年（1899）に開港場（国際貿易港）の指定をうけると明治35年（1902）にはロシア・ウラジオストクとの定期航路が開設された。更に明治45年（1912）に欧亜連絡運輸が開始すると、欧州への最短経路の連絡港としてにぎわった。こうした状況下で、ロシア革命時にはシベリアで発生したポーランド孤児の救済事業の受入港となり、第二次世界大戦時にはリトアニア領事代理の杉原千畝が発給した“命のビザ”を手にユダヤ人難民が上陸するなど、人道的エピソードも残されている。

（２）開発の経緯

戦前、敦賀の港湾エリアの中心となった金ケ崎には、欧亜国際連絡列車の発着する港駅や税関、露国領事館など洋風建築が立ち並び、大型蒸気船が行き交うモダンな景観が広がっていた（図１）。敦賀市では、こうした近代敦賀港の姿を「敦賀が最も華やかだった時代」ととらえ、まちづくりの主要テーマに据えるとともに、「金ヶ崎周辺整備構想」を策定し、今後の整備に向けた方針を示している。この構想をもとに、明治38年（1905）築の旧紐育スタンダード石油倉庫（登録有形文化財・通称「赤レンガ倉庫」）

図１　昭和初期の金ケ崎岸壁

図２　現在の旧金ケ崎岸壁付近

の改修と商業施設化や日本最古の鉄道建築のひとつとされる旧金ケ崎駅ランプ小屋の修復整備が進められたほか、近年は前述のポーランド孤児やユダヤ人難民受け入れの歴史を踏まえ「人道の港」としての広域連携や誘客拡大に向けたPR事業を展開している。

しかし、これらの“近代レトロ街づくり”の課題となっているのが「景観再現」である。第二次世界大戦の戦局が悪化するに伴い、欧亜連絡航路も途絶え、港湾修築計画により解体された港湾エリアの建築群も計画の頓挫により新築されなかったこと、昭和20年（1945）７月に３度の空襲を受け、市街地の大部分が被災したことなどから、港湾エリアの建造物の多くは既に失われている。さらに平成11年(1999)に敦賀港開港100年を迎えるにあたって「金ヶ崎緑地」が埋め立て整備されたことで、周辺の景観は大きく様変わりした。旧岸壁のあった場所は現状は閑散とした港湾道路となっており、かつてモダンな建物が立ち並んでいた面影はほとんど感じられない（図２）。

こうした中、平成24年（2012）に敦賀―長浜間鉄道開業130年及び欧亜連絡運輸開始100年の節目を迎えたのを機に、「敦賀・鉄道と港」まちづくり実行委員会が組織され、ユダヤ人難民が降り立ったとされる旧岸壁の位置の特定を目指して旧岸壁周辺の測量調査が行われた。この調査で旧岸壁及びそこにかつてあった建物も含めたおおよその位置が判明し、平成25年度（2013）には敦賀工業高等学校の生徒が製作した「人道の港・上陸地点プレート」が港湾道路の一角に埋設された。

これらの成果を活用することで往時のにぎわいをより多くの人が体感できる機会を提供し、金ケ崎周辺の更なる賑わい創出を図る方法を検討した結果、バーチャルリアリティによる景観再現計画が浮上し、平成26年度（2014）に敦賀市産業経済部観光振興課所管により「敦賀港レトロ浪漫ARアプリ」の開発を実施した。

２．アプリの開発

（１）アプリの概要と特徴

「敦賀港レトロ浪漫ARアプリ（図３）」は、昭和初期の敦賀港周辺の様子を仮想体験できるスマートフォン・タブレット端末用のアプリケーションである。３DCGにて再現した往時の敦賀港を金ヶ崎緑地周辺にて体験できるほか、古地図・古写真を閲覧する機能やスタンプラリー機能を備えており、金ケ崎周辺を訪れた方が楽しみながら「港と鉄道のまち・敦賀」の歴史に触れることができるツールとなっている。

３DCGを利用して特定の時代や景観を再現するアプリケーションは年々増加してきているが、都城・古墳・城郭などの史跡において開発される事例が主であり、本アプリケーションのように文化財指定を受けていない景観や近代景観を再現した例は珍しいと思われる。

アプリはGPS機能を有するスマートフォン・タブレット端末（iOSバージョン7.0以上、AndoroidOSバージョン4.2以上）で動作。個人の端末にアプリストアからダウンロードして利用する。

図３　敦賀港レトロ浪漫ARアプリ

（2）コンテンツ及び機能

1）VR（図4～6）

本アプリケーションのメインコンテンツ。バーチャルリアリティ（VR）空間に昭和初期の敦賀港の3DCGを再現し、それをGPSと連動させることによって、岸壁や建物・船舶等をそれらがかつて存在した実際の場所で仮想的に見ることができる。アプリ利用者はVR利用可能エリア内において仮想空間内を自由に歩き回ることができ、VR空間内のコンテンツをタップするとそれらについての解説も表示される。

また、アプリを利用する時間帯に応じて昼夜・季節ごとの背景変化があるほか、蒸気船や機関車等が港から発着するなどのCGアニメーションによる演出があり、よりリアルに当時の敦賀港の様子を感じることができる仕様とした。

2）ARカメラ（図7）

現実の景色を背景にVR内に登場する汽船（はるびん丸）、蒸気機関車（D51）、クラシックカーの3DCGと一緒に写真撮影を行うことができる。ダウンロードした時点ではクラシックカーのCGのみが有効となっており、現地を訪れることで汽船・汽車のCGを利用できるようになる。いずれのCGも拡大・縮小及び360°回転が可能である。

3）周辺ＭＡＰ（図8，9）

アプリ利用エリア周辺の地図を表示する機能。初期画面では、周辺エリアの見学スポットや主要な地点の古写真を閲覧できるようになっているほか、ベースマップを航空写真に切り替えることもできる。さらに古地図閲覧機能があり、明治末期から昭和初期までの地図5種類を閲覧することができる。

4）スタンプラリー機能（図10）

周辺観光地との回遊向上を目的とし、スタンプラリー機能を搭載した。中心市街地の観光スポット5か所を設定しており、現地で写真を撮ることでスタンプをゲットできる仕組みとなっている。

5）その他

市外などアプリの利用可能エリア外でダウンロー

図4　VR画面（1）

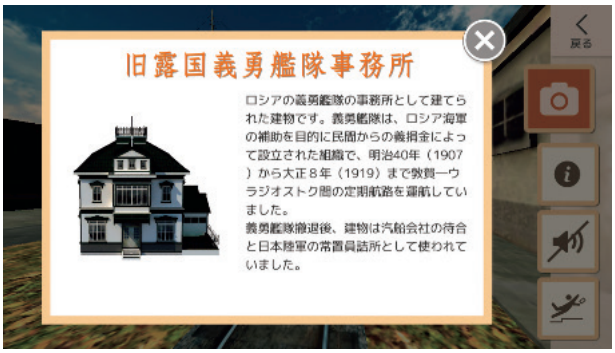


図6　VRコンテンツの解説表示

図5　VR画面（2）

図7　ARカメラの撮影例（汽船）

ドする利用者に向けて来訪を促す仕掛けとして、アプリの内容、及び敦賀港の歴史や周辺スポットを紹介する動画を閲覧できる機能を備えた。また、アプリの使い方や画像等のクレジット表記はインフォメーションアイコンから表示させる仕様とした。

（3）歴史考証の内容と方法

本アプリケーションにおける近代敦賀港湾の景観再現は、建築物の設計図が一切残っていなかったこと、既存の研究蓄積も少なかったこともあり、資料の制約が多い中での実施となった。また、本来であれば再現設計図等の製作を建築史の専門家へ依頼すべきところであったが、時間・予算の都合で建築を専門としていない当職が監修を行うこととなった。

1）基準年の設定

まず検討課題となったのが明治から終戦までどの時期を再現の基準とするかという点であった。敦賀港では明治35年のウラジオストク定期航路開設から終戦までの間に、明治42年（1909）～大正２年（1913）と大正11年（1922）～昭和７年（1932）の２期にわたって修築工事を行っている。また、航行する船舶についても主となる命令航路だけで数度にわたる運行会社の変更や航行船舶の推移がみられた。当初メルクマールとなるいくつかの時期を日替わりで表示する等の案も浮上したが、３DCG製作に係る時間・経費、及び資料的な制約等に鑑み、基準年を１つに絞り込むこととし、1：市として力を入れている「人道の港」に関するエピソードの紹介ができる。２：その時期に運行していた船舶や汽車等の図面等が入手可能である。以上の２点を考慮して、“昭和16年頃”に設定した。

2）コンテンツ

本アプリケーションでは、近代敦賀港湾の中心地であった旧金ケ崎岸壁周辺の半径50mほどのエリアをVRにより再現した。当該エリアで再現した構造物としては、旧岸壁、線路、建築物（４棟＋倉庫など）があり、さらに動的コンテンツとして蒸気船、蒸気機関車、クラシックカー、岸壁を訪れる人（４名）を配置した。

設計図の残されていたもの（岸壁、船舶、汽車）についてはそれらをもとに３DCGを製作したが、建築物については、先述のとおり設計図面が見つからなかったため、絵葉書等の古写真からの再現を

図８　古写真閲覧

図９　古地図機能

図10　スタンプ機能

行った。古写真から確認できる範囲で立面図・平面図等（図11）を作成するとともに、建物細部の構造等を写真への注記あるいはメモ書き等でCG製作担当者に指示する形をとっている。

そのほかベースとなる地形データは国土地理院の数値地図を利用するとともに、建物や岸壁の位置情報については前述の「敦賀・鉄道と港」まちづくり実行委員会が行った測量調査の成果（図12）を利用した。

モノクロの古写真や図面からは分からない「色」については、カラーの資料（絵画や着色写真等）がある場合はそれをもとに再現し、それも分からない場合は類似の構造をもつ現存建築などを参考に色調を決定した。

船舶の出港や機関車の出入り等の動的要素は、昭和16年当時の実際の時刻表を確認し、１週間分の変化を１時間に置き換えた上で、空白の時間（船も汽車もいない時間）があまり無いように間隔の調整を行った。

３．開発後の状況と今後の課題

（１）利用状況

平成26年度末にアプリをリリースして以降、平成28年６月末までのダウンロード数はiOSとAndroid

図11　建物復原立面図

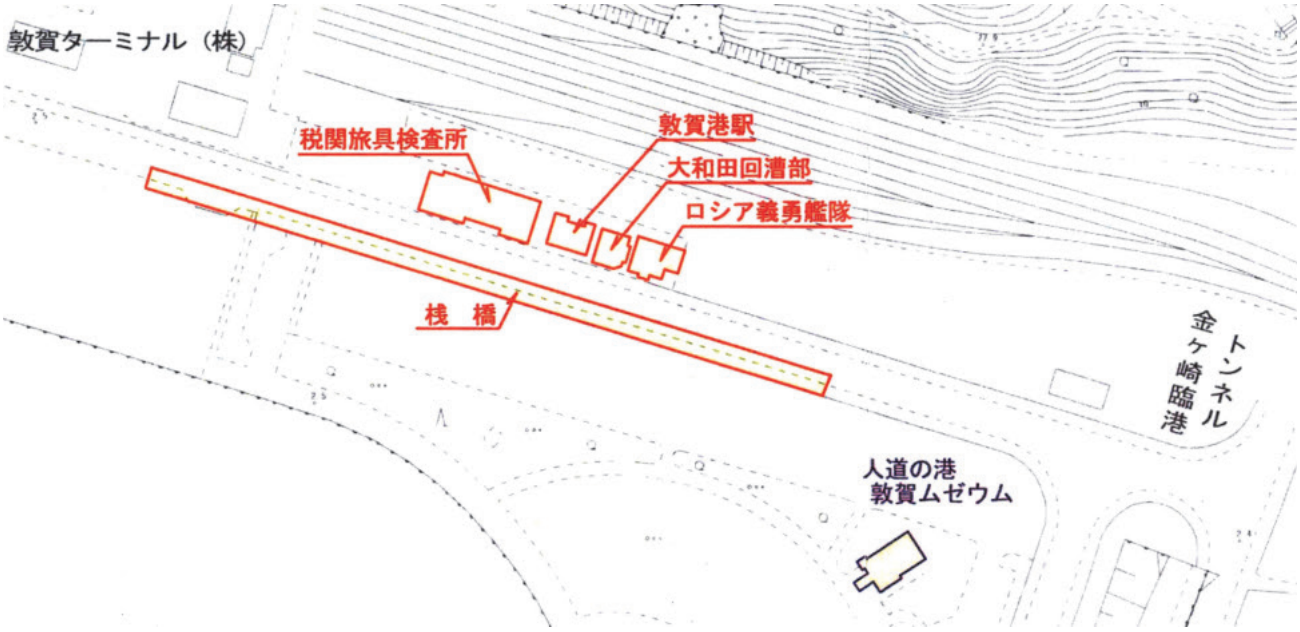


図12　桟橋位置復原図

図11と図12について、本文に出現する順序が逆になっているので、番号と掲載位置を入れ替えました。

を併せて、820件となっている。報道発表を実施した平成27年５月をピークに減少し、平成28年度に入ってからは15件/月程度で落ち着いている状況である。利用者の伸びない要因としては、アプリリリース時に製作した広報用パンフレットの増刷費用の予算化ができず、周知そのものが後手に回っている上、「アプリを利用した散策企画」といったダウンロード促進のための活動を実施できていないなど、アプリ製作後の“次の一手”が打ち出せていないことが大きい。遠因としては隣接する県有地への北陸新幹線工事の残土搬入が始まり、周辺を工事車両が行き来するようになったこと等も影響しているものの、「つくりっぱなし」にしない活用努力が今後必須といえる。

（２）敦賀FREE Wi-Fi

ハード面ではアプリ利用促進、及びインバウンド観光の促進を目的に、平成27年度にARアプリの利用エリアを含めた金ケ崎周辺一帯をカバーするフリー Wi-Fiの整備を、地方創生交付金の活用によって実施した。これにより、４GLTE等の通信機能を持たないタブレット端末等でもアプリを利用できる環境が構築された。前項に述べたアプリの普及に向けたソフト面での取り組みと併せて今後活用を図っていくことになる。

（３）アプリの更新

本アプリの開発にあたっては製作後のランニングコストを極力抑えるとの観点から、リリース以降の維持管理契約等は行っていない。しかし内容に更新が無い場合でもOSのアップデート等利用端末の進化に伴う更新が今後最低限必要になってくる。

また現状でもVR表示が正確な位置から微妙にずれてしまっているといった課題が開発技術の進化により解決できる可能性、さらには研究・史料集積の進捗による新たなコンテンツ導入ができる可能性も含め適宜アプリの更新を行っていきたいと考えている。

（４）周辺事業との関係

アプリ利用エリアの存在する金ケ崎は敦賀市におけるまちづくりの核となるエリアであり、今後平成34年の北陸新幹線敦賀開業にむけて開発が加速していくことが予想される。その際に、失われた近代敦賀港の姿を仮想的にではあれ現地で体感できる本アプリは有効なコンテンツになりうる。まずは、こうした開発に向けた動きを見据えつつ、アプリ利用者の増加、活用機会の充実に向けた取り組みを進めることで認知度を高めていきたいと考えている。

なお、先述の「金ヶ崎周辺整備構想」では、将来的には今回VRで再現したエリアに復原建物を建設することなども謳われているが、復原建物には、復原の精度の問題（“はりぼて”建築になる危険性）や、古い建築様式の再現によってユニバーサルデザインへの配慮が難しくなったり、使い勝手が悪くなったりする等の課題がつきまとう。そうした時に、このアプリがあることによって景観再現はVRで行い、現地にはより現代的ニーズに合った建物を建てるという選択肢も用意できたものと考える。また、復原建物を建設するとなった際にはその基礎資料としても本アプリの成果が活用できるかもしれない。

【参考】

１）敦賀港レトロ浪漫ARアプリ公式サイト
http://www.tsuruga-ar.jp/
２）敦賀市　2012 『金ヶ崎周辺整備構想～敦賀ノスタルジアム～』

Ⅲ　総括

デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用について

内田　和伸（奈良文化財研究所）

現在ほど遺跡等の文化遺産をまちづくりに活用しようとする機運が高まったことはない。その手段の一つとして遺跡等でのデジタルコンテンツの利用が盛んになり、関心が高まっている。

遺跡の往時の様相の表現方法は先に述べた通りであるが、平成23年頃から遺跡に関わる様々な情報を現地においてQRコードを用いて発信する事業が行われるようになった。例えば南アルプス市では、過去の発掘調査で検出した遺構の写真と３D測量データを活かして現地で３DCGを見せることが行われるようになった。こうしたデジタルデータは考古学的な記録や分析だけに用いるのではなく、活用資源として捉えてまちづくりの一環で利用されるようになったのである。また、今はない歴史的建造物である古代の宮殿建造物や近世城郭の天守などの復元画像を表示するアプリケーション（以下、アプリという）も開発された。平成22年には京都高度技術研究所が平安宮朝堂院跡で、23年には津山市が津山城跡で、24年には大阪歴史博物館が難波宮跡でそれぞれ行った。その後、年間数件ずつ増えており、今年もさらに数を増すと考えられる。

アプリの内容は遺跡等に関する様々な情報を提供したり、地図上に現在地を表示したり、往時の景観を表示するものが主である。往時の景観の表示方法としてGPSと連動させた３DCGによるAR（拡張現実）やVR（仮想現実）が用いられる。すべてCG等で作られた仮想空間がVR、現実の光景に一部CGが重なるのがARであり、VRは没入感が高く、ARは現地性が高いことが特徴である。どちらを使うかは地上部での遺構の残存状況や周辺環境等を考慮して選択すれば良いが、アプリの中ではどちらの機能も利用可能なものも少なくない。

ARではGPS等の誤差による画像表示において現地での遺構表示や石垣などの地物との間に数mのズレを生じる場合があり、適正化のためマーカーによる画像認識を用いることもある。また、現実世界と仮想世界の間の遮蔽処理技術（幾何学的整合性）、両者の明るさや陰影等を一致させる技術（光学的整合性）も開発されており、将来的にはこうした高機能を有するアプリの普及が望まれる。VRでは位置のズレはわかりにくく、ヘッドマウントディスプレイを用いると３D画像の表示も可能になり、さらに没入感が増すが、安全のため移動しないで用いることが求められる。

地元自治体が遺跡等で用いるARやVRを含むアプリを開発する動機としては、史跡等の現地で実際に建物復元などを行わずとも往時の複数案の空間体験が可能となり遺跡の理解を深めることができることが上げられる。また、遺跡の魅力向上、管理経費の節減、観光集客や地域活性化への効果も期待しているのである。そして実際にアプリを導入した自治体からは、福岡城跡の鴻臚館跡のように重層した遺跡でも異なる時代の表示が可能なため遺跡の理解に有効であることや、近世城郭の虎口のように発掘遺構や残存した石垣だけでは理解しにくい防御機能も、それらに伴う門や櫓などの建造物が矢狭間や鉄砲狭間を持つものであることを視覚的に示すことによって遺跡の理解が進み、その魅力が増すということも

聞く。ただし、古写真などがあって復元の精度が高い場合は良いが、根拠が乏しい場合でも同じように高精細で表示可能なため、誤解を与えかねない場合も存在する。また、仮想空間の表示とは言え、歴史的建造物や人々の表現等にはそれなりの歴史考証をする時間や体制も必要である。

このようなアプリの導入によって遺跡での展示計画が変わり、施設整備が変わってくる可能性もある。史跡等では復元建物の建設が非常に厳しいためAR等で代用し現地は広場にしておくことも考えられ、逆にARでできているのであるから現実にも可能であろうと復元建物を求められるところもあるという。また、ARによる歴史的建造物の表示を行った場合、GPS等誤差によるズレを意識させないために平面表示すら行わない方が良いとする考え方もあろう。しかしながら、いずれの場合にしても、現地で利用者がスマートフォンを持っているとも、貸出タブレット端末が必ずあるとも限らないため、現地での遺構展示の重要性が下がったとしてもある程度の表示は必要であろうし、ましてや文化財保護法第115条で定められる管理に必要な標識や説明板まで完全になくなってしまうことはないであろう。デジタルコンテンツは遺跡整備に詳しくわかりやすい解説アイテムが加わったと認識するのが適当かもしれない。

デジタルコンテンツの利用は施設整備が不要という訳ではない。現段階ではアプリサイズが100MB以上の大きい場合や外国人観光客の利用を考慮するとフリーのWi-Fiスポットの設置が望ましく、施設整備も必要である。また、導入後の維持管理では、アプリの内容の更新がない場合でもOSのアップデート等利用端末の進化に伴う更新が最低限必要であり、それに伴う予算措置も必要になる。

日進月歩の情報技術の革新の中、アプリの基盤となる機器やシステムの仕様が今後どのようになるか私には見通しもつかないが、調査研究で生じるデジタルデータを３D e-Heritageとして認識し、その活用を図ることは意識しておいた方がよさそうである。そして、それを遺跡に足を運ぶ動機付けとし、学習→訪問→デジタルコンテンツを用いることによる感動→学習の循環を作るクラウドミュージアムの概念をもって遺跡等と向かい合い、当該自治体の文化遺産の活用計画に位置づけることが大切であろう。

“Utilization of Digital Contents in Historic Site Management”

Report of the Research Symposium on Preservation and Utilization of Historic Sites in FY2015

Table of Contents

Preface

Outline of the Symposium

Ⅰ Reports and Lectures

1. Different Methods of Representing the Past at Historic Sites up to the Present Day ····· 2
   UCHIDA Kazunobu (Nara National Research Institute for Cultural Properties)
2. Utilization of Digital Contents in Historic Site Management: Results of a Preliminary Survey ····· 7
   TAKAHASHI Chinatsu (Nara National Research Institute for Cultural Properties)
3. The Present State of VR/AR Technology Utilization at Historic Sites ····· 27
   SONE Toshinori (Xeen Inc.)
4. Development and Operation of the “AR Nagaokakyū” Application: Utilization and Issues ····· 37
   WATANABE Hiroshi (Board of Education Muko City)
5. Guided Tours Using Digital Contents: Managing the Virtual Walk of Kōrokan and Fukuoka Castle ····· 58
   NAKAMURA Keitarō (Fukuoka City)
6. Keynote Lecture: 3D e-Heritage and Cloud Museums ····· 64
   ŌISHI Takeshi (Institute of Industrial Science, The University of Tokyo)
7. Reconstructing Cultural Properties Using Mixed Reality: Asuka Capital, Edo Castle, Ichijōdani ····· 72
   KAKUTA Tetsuya (AsukaLab Inc.)

Record of the Discussion ····· 78

Ⅱ Case Studies

1. Using Digital Contents at the Nagoya Castle Special Historic Site:
   CG Reconstruction of the Hizen Nagoya Castle and Its Utilization ····· 86
   MATSUO Norihiro (Saga Prefectural Nagoya Castle Museum)
2. Guided Tours Using Digital Contents:Educational use and Regional Development ····· 100
   HOSAKA Taichi (Board of Education Minami-Alps City)
3. Virtual Guide of the Ichijōdani Asakura Clan Ruins:
   Attracting Tourists with Digital Technology ····· 112
   UCHIDA Yoshikuni (Fukui City)
4. Development and Utilization of an Experiential Application
   Using VR/AR Technologyat the Marugame Castle : Touristic and Educational Uses ····· 116
   GOTŌ Yukinori (Department of Education Marugame City)
5. The IT Guide System at the Sannai-Maruyama Site ····· 125
   KAKIZAKI Takashi and IWATA Yasuyuki (Aomori Prefecture)
6. “A Mongolian Battle ship in the bottom of the sea!”—Exploring Utilization Strategies for an Underwater Site:An Initiative for Reconstructing a Mongol Ship with a Smart Phone Application ····· 131
   UCHINO Tadashi (Board of Education Matsuura City Nagasaki Prefecture)
7. The “Revival of the Yashima Castle” Application ····· 143
   WATANABE Makoto (Takamatsu City)
8. On the “VR Takamatsu Castle” Application ····· 149
   TAKAUE Hiraku (Takamatsu City)
9. Development and Operation of an AR Application for Kanazawa Castle:
   Broadcasting Information Anew in Conjunction with the Opening of the Hokuriku Shinkansen ····· 157
   KAKITA Yuji (Ishikawa Prefectural Research Institute for the survey of the Kanazawa Castle)
10. Nostalgic AR Application for Tsuruga Port:
    VR Reconstruction of Modern Era Port Sceneryand Its Utilization for Tourism ····· 167
    OKUMURA Kōko (Tsuruga City)

Ⅲ Summary

Utilization of Digital Contents in Historic Site Management ····· 174
UCHIDA Kazunobu (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

“Utilization of Digital Contents in Historic Site Management”

Report of the Research Symposium on Preservation and Utilization of Historic Sites in FY2015

Issued on 9 December 2016

Edited and Published by
Sites Management Research Section
Department of Cultural Heritage,
Nara National Research Institute for Cultural Properties,
Independent Administrative Institution National Institute for Cultural Heritage

247-1, Saki-chō, Nara City, Nara Prefecture, Japan, #630-8577

デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用

平成27年度 遺跡整備・活用研究集会報告書

発　行　日　2016年12月9日

編集発行者　独立行政法人国立文化財機構
奈良文化財研究所
文化遺産部遺跡整備研究室
〒630-8577　奈良県奈良市佐紀町247番1号

印　刷　者　能登印刷株式会社
〒920-0855　石川県金沢市武蔵町7-10

ISBN978-4-905338-71-0