

史跡復元BIMと史跡メタバースで魅力ある街づくり

桑山優樹（株式会社桑山瓦 ワイクウデザイン）

H-BIM and H-Metaverse for Attractive Community Development

Kuwayama Yuki (KuwayamaKawara.inc ykuw-design)

・ 史跡復元BIM／H-BIM

・ 文化財活用／Utilization of cultural properties ・ バーチャル看板／Virtual billboard

1. はじめに

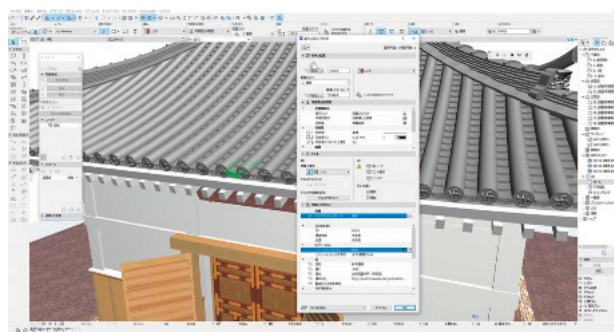
近年、建造物の残っていない史跡のCG復元や有形文化財のデジタルツイン化など、多くの所でCG化が求められています。ですが、その多くが未着手であり、その1つの要因は予算の問題と考えられます。史跡復元BIMと史跡メタバースは、現在の常識にはとらわれず、予算に応じて工夫をする事で、実現していけるものと考えています。それには、産学官民の連携が最も重要となります。今まで以上に連携を強化し、史跡復元BIMと史跡メタバースを普及できれば、各史跡の総合資料データである史跡復元BIMデータを利活用した史跡メタバースで全国の史跡が繋がり、そして、いつでもどこからでもアクセスでき学び・体験し、発信していける場所となると信じています。それは、まだ世界にも類を見ない、真の文化継承を可能とします。

2. 史跡復元BIM

(1) BIM（ビム）とは

BIM (BuildignInformationModeling) とは、建設業界で普及が進んでいる三次元コンピューター支援設計ソフト（以後、3DCAD）の一種で、三次元データ（以後、3Dモデル）に属性情報を持たせたコンピューター支援設計ソフト（以後、CAD）を指します。属性情報とは、例えば、柱に見える3Dモデルがあるとして、3DCADでは見た人の感覚で柱と認識

しています。それは現実も同じですが、BIMには、属性情報を持たせられるので、3Dモデルを選択してプロパティを見れば、そこには、柱という事だけではなく、太さや長さ、こういった材料なのかも記載されています。とは言え、自動でそうした情報が入る訳では無く（半自動は可能）必要な情報を作成時に入力しておきます。情報がある事により、誰が



図－01 BIMモデルプロパティ



図－02 BIMモデルプロパティ詳細

見てもどういった物なのかが一致する 3D データを構築していく事ができます。図-01のように、BIM の 3D モデルの情報を確認できるので、この場合であれば、瓦モデルの情報を開くと、図-02で示すように、軒平唐草だと言う事や、重さや産地と言った必要な情報を確認する事ができます。

(2) 史跡復元BIM

ここまで話せば既に理解されている方も多いかと思いますが、現代の建設業界で普及してきている BIM は、古代の建築土木である遺構や現存する文化財との相性がとても良いのです。私自身は 2014 年から史跡復元 BIM をやり始め提唱してきましたが、当時はそうした概念も無く、伝統建築等の建設時に BIM が使われるのは稀でした。そうした中で始め、ここ 3 年程でやっと注目されてきました。今現在は、復元を予定している建物や、現存する建物の事例しか無いのが現状ですが、復元して建てる構想すらない史跡であっても、史跡復元 BIM で三次元化をすれば、基本設計が出来ているのと同じであり、将来復元して建てる構想が出た際に、設計データとして活用する事も可能です。また、BIM には属

性情報が入れられると先に述べましたが、属性情報があると、発掘調査で見つかった場所やモノの情報も一緒に格納していく事ができます。そして、最近よく使われるようになってきているフォトグラメトリや 3D レーザースキャンの点群やメッシュデータも格納しておく事ができます。例えば次の図-03で示すように、基壇や礎石を 3D スキャンした点群を格納しておけるので、柱の位置が礎石と合っているのかも一目瞭然に確認する事も可能です。これは、第 3 章で解説する史跡メタバースとも関係がとても深く、史跡復元 BIM と史跡メタバースが資料として成り立っている事を示します。史跡復元 BIM では、作成時に、現地との位置関係を考える事が前提となります。

では、従来の 3DCG 化と何が違うのか、どこを変えるのかを説明致します。従来の方法は、図-04で示す通り、図面化（資料化）→3DCG 化→動画・静止画含むバーチャルコンテンツ化（以後、バーチャルコンテンツ化）の流れでした。この流れはとても一般的で現在の主流となっています。ですが、この方法は実は図-05で示すように、目的・ゴールが前

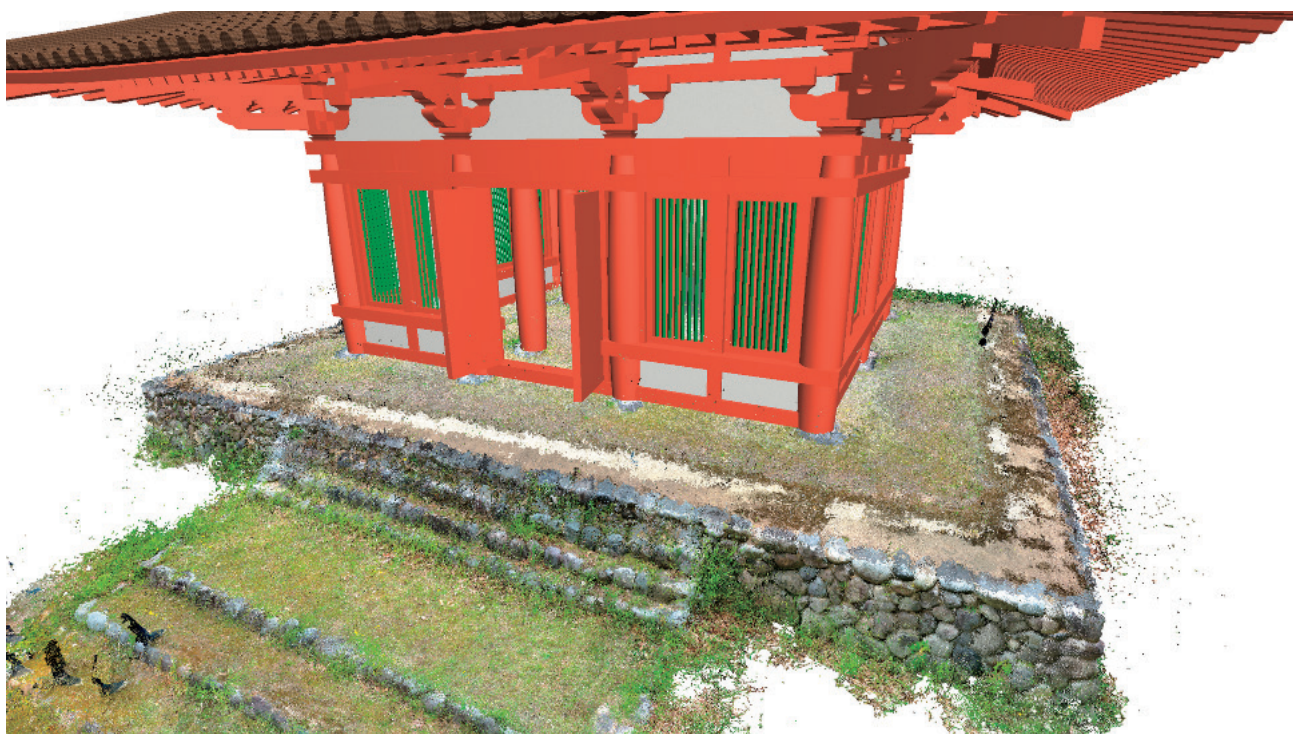


図-03 基壇と礎石の 3D スキャン点群と BIM

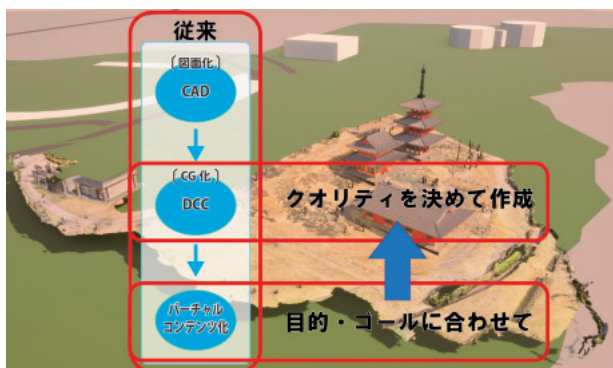


図-04 従来方法



図-05

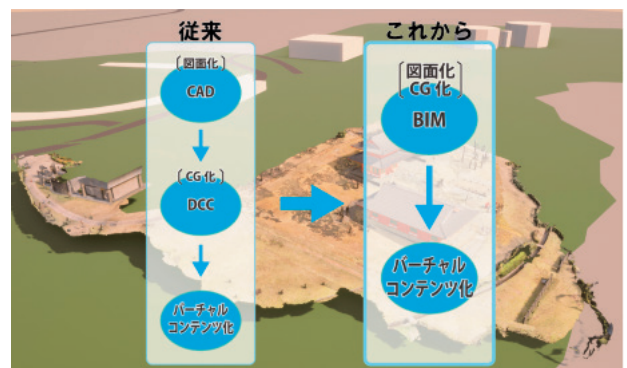


図-06

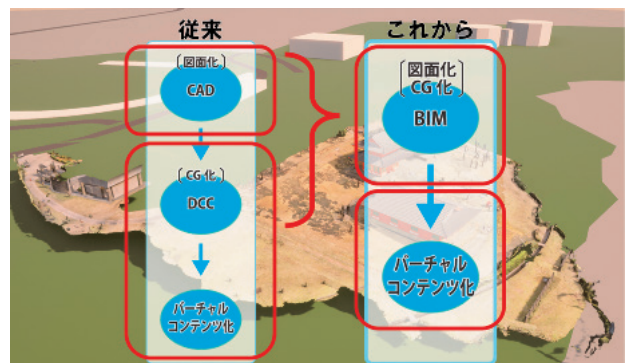


図-07

提にあり、どこまで作成するのか、こういった雰囲気にするのかなどの目的やゴールに合わせたクオリティで作成します。極端な例で言えば、静止画を作成する際に、静止画に入り込まない後ろなどは、3Dモデルを作りません。静止画に入り込む部分のみ作成するので、こうした場合、プロジェクト終了後に動画を作るとなった場合でも、静止画作成時に作った3Dモデルだけでは、動画も作る事ができません。

ならば、史跡復元BIMに置き換えるとどうなるのか、どう置き換えるのかを示すのが図-06と図-07になります。従来の、図面化→CG化→バーチャルコンテンツ化を図面化とCG化を一体化したBIMに置き換え、BIM化→バーチャルコンテンツ化となります。図面化とCG化が一体化する事で、ここでの作業量は増えますが、従来よりリッチな情報を提供していく事を可能とします。また、BIMデータを作成するのに グラフィソフト社（ハンガリー）の Archicad（アーキキャド）であれば、無料のビューアーが提供されているので、GIGA スクールや一般の方が史跡や文化財を調べる際にも、BIM データ

を閲覧する事が可能です。ビューアーは、PC 版・android 版・iOS 版のアプリに加え、ブラウザでも動作します。また、公開するビューアー用データは、どの情報をどのように書き出すかの設定も可能なので、例えば、小学生向けのデータから大人用まで、様々に対応していけます。

(3) 学生も作成できる

ここまでの解説では、難しいと感じている方が多いかと思いますが、BIM は大手ゼネコンや設計事務所等で多く使われてきており、工業高校や専門学校、大学といった教育機関の建築専攻で多く取り入れられ、学生達が授業で操作方法を学んでいます。また、学生版は無料で使えるソフトが多く、将来的には、こうした教育機関の授業で、地域の史跡復元や文化財のデジタルツインデータ化を行っていただけるようになると考えております。私は、29歳で専門学校に入学し30歳の年に卒業制作で地元伊勢の古市参宮街道にあった旅館の復元をBIMで試みました。私は大人になってからでしたが、本来の年齢の学生にもそれは難しい事では無いと考えています。個人

やグループで、1年ないし2年を通し作成していけば、地域のあらゆる史跡・文化財のデジタルツインが作られていけます。また、考古学を専攻している学生も参画し、3D化は苦手な学生であっても、情報を中心に入力していく事は可能だと考えています。

(4) 文化財保存工事

史跡復元 BIM は、有形文化財の保存工事にも有効です。解体前調査から解体調査にかけて、図面等への注釈と写真保存だけでなく、フォトグラメトリ等で3Dでの現況保存を行います。3Dの現況保存データがあれば、後々の打ち合わせ時にあらゆる角度から確認したり、図-08で示すように、立面図のように正対したレンダリングをおこなえば寸法を測る事も可能となり、従来の調査方法では得られなかったり残せなかった情報を後世に残していく事が可能とします。最近では、図-09で示すように既存瓦の番号振りを自動化し、正対画像と組み合わせ、例えばA36-12と入力すれば、どの位置にあった瓦かがわかり、現況保存した3Dモデルと既存瓦の位置を特定できるようにしています。こうした新しい取り組みで従来より更に豊富な情報を後世に残せる上に、工事の効率化も行えています。このように、



図-08 3D現況保存例

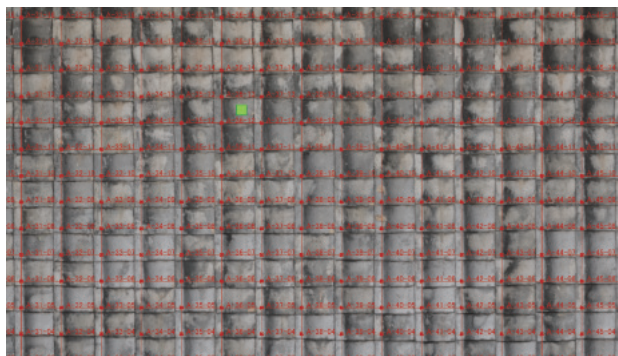


図-09 瓦ナンバリング

保存工事の際に、工事の効率化も図る事ができるデジタルツールの活用であれば、工事人への負担を減らす事ができるだけでなく、有形文化財の情報量を増やせるので、近年更に増加傾向にある災害時の復旧にも役立ち、そして、地域学習や観光にも更に活かす事ができます。こうした活動を積み重ねていく事で、市民の皆様に保存工事への理解を、今まで以上に深めてもらえる事が期待できます。

3. 史跡メタバース

(1) メタバースとは

近年、よく耳にする事が増えたメタバースですが、メタバースとは、簡単に言えば、場所にとらわれず、様々な機器に対応したマルチプラットフォームでコミュニケーションを取る事ができる空間です。

(2) 史跡メタバース

史跡メタバースは、史跡の仮想現実体験（以後、VR）を複数人で体験したり、VRとフィジカルの史跡空間とを繋げて体験ができるようにしたりと、多様な体験を可能にします。ここで一番重要なのが、位置関係です。史跡復元 BIM で解説した通り、現地と3Dモデルの位置関係を一致させる事で、VRワールドを作成した際に、史跡現地を3Dスキャンした敷地3Dモデルと復元イメージ3Dモデルに不整合が無いので、仮想ながら本当に現地に行ったかのような体験をする事が可能になります。また、現地で拡張現実体験（以後、AR及びロケーション型AR）をおこなう際にも、復元イメージCGと現地の位置関係・スケール感が一致するので、実際に建っているかのような臨場感の高い体験を提供できます。従来、稀にそこまで考えられずに作られた復元イメージCGもありましたが、位置関係やスケールが合っていない為、AR体験アプリと謳って提供されているはずが、現地との整合性が取れていないが為に、ロケーション型ARには出来ず、360画像を表示した実質VRになってしまっている場合が多く見受けられます。

(3) VR活用

現在、様々なサービスプラットフォームがあり、

ゲームエンジンと呼ばれる開発ソフト（代表的なソフトは、Unity や Unreal Engine）を使って開発したゲームのように再生して体験するものから、一から作らずともブラウザ上で組み立てて作れるサービスまで、必要なクオリティや機能、そして予算に合わせて制作し提供していける時代になってきました。図-10の画像は、DOOR（株式会社NTT コノキュー）で作成した夏見廃寺跡（三重県名張市）のVRワールドです。DOORは、マルチプラットフォームに対応しており、PC やスマートフォンのブラウザだけでなく、没入感を高めてVR 体験を可能とする高機能なHMD（ヘッドマウントディスプレイ）にも対応しています。また、複数人で中に入れ、ボイス機能やテキストチャット、画面共有など様々な機能が搭載されています。



図-10 DOORを使った夏見廃寺跡ワールド

DOORを使った場合の利点は、他にもあります。図-11で示すように、ワールド内にWebリンクを配置でき、リンクを使って他のワールドに誘導する事もできるので、例えば、夏見廃寺跡の瓦は岩屋瓦



図-11 ワールドに配置したリンク



図-12 岩屋瓦窯跡ワールド

窯跡で作られていた事がわかっていますが、岩屋瓦窯跡（奈良県山添村）のワールドにリンクを使って移動してもらう事が可能です。図-12は移動後のワールドで、新しいタブが開かれて次のワールドに移動する事ができます。このように、リンクで関連する史跡と史跡を繋げていけば、メタバース空間で史跡の旅をする事ができます。こうして繋げていく事で、住まいの地域にある小さく見える史跡も、情報を付加し、本来の姿にビジュアル化する事で、地元にも素晴らしい史跡や文化があるんだと学べる人が増えると考えています。また、こうしてメタバースで繋げる事で、今までの地域学習の域をも越えて学ぶ事を可能とします。夏見廃寺跡は、三重県名張市にあり、岩屋瓦窯跡は、奈良県山添村にあります。現在の地域学習では、こうした越境した学習はあまり行われていません。ですが、こうして関りの深い史跡との繋がりをメタバースであれば、越境を可能とし、史跡本来の繋がりを学んでいけます。独自調査では、12%の人が地元には何もないと答えました。これは、とても悲しい現実と捉えています。また、地域学習の有無について尋ねると、23%の人が無かったと答え、あったと答えた77%の人の中でも、62%の人が学区内または学区内と有名な所と答えています。このように、実は地元の事は知らない事が多いです。私の体験談で、高校生の頃に、観光に訪れた人に道を聞かれ、聞かれた場所は生まれ育った地域だったので、答える気でいたのですが、聞かれた場所を私は知りませんでした。とても悲しく自信を無くしたのですが、知らなかった原因は、

小学校の学区外だったからです。聞かれた場所から徒歩数分の場所でも、知らない事がこうしてあります。こうした灯台下暗しを解決していくには、まずは、町内・市内・県内・国内の史跡を3Dスキャンし、メタバース空間にするだけでも、変化は必ず起きます。最近では、モバイル端末で3Dスキャンをする事が可能です。先程例に挙げた夏見廃寺跡も岩屋瓦窯跡も、モバイルスキャンを使っています。まずは、こうした取り組みから始めるのも、地域学習の質をより高めていく事に繋がると考えています。

(4) AR活用

ARはVRに比べるとプラットフォームはまだまだ少ないです。そんな中で国内企業が開発運営しているSTYLY（株式会社Psychic VR Lab）というサービスがあります。このサービスは、公開利用の場合は、商用利用も可能で、非公開の場合のみ有料となります。表示方法はローカル座標になりますが、3Dモデルや画像など、様々なデータの表示が可能です。そして、STYLYはブラウザ上で、ワールドを作る事ができます。もちろん、ブラウザ上での制作は高度な事はできませんが、十分な機能が備わっています。こうした、復元CGを手軽にARで体験で



図-13 STYLYを使った夏見廃寺跡AR-01



図-14 STYLYを使った夏見廃寺跡AR-02



図-15 STYLYを使ったバーチャル看板

きると図-14のように旅行先で地元の史跡の復元CGを表示して見比べる事も可能になり、地元との違いを体験する事もできます。STYLYでのARは、それだけに留まらず、ほとんどの方が、復元イメージのCGが必要と思われるかと思いますが、そうではありません。

もちろん、3Dモデルがあれば情報量が多く、見栄えもするので、あるに越したことはありません。ですが、そこに捕らわれるのではなく、出来る事を出来る範囲でしていけば、地域活性化に繋がっていきます。

まずは、3Dモデルを使ったワールドを紹介していきます。図-13・図-14は夏見廃寺跡での例です。

夏見廃寺跡のように復元イメージの3Dモデルがあると迫力がありますが、3Dモデルが無い場合は、バーチャル看板を作って配置してみてください。図-15は、夏見廃寺跡のバーチャル看板のみの状態です。バーチャル看板は、看板の体裁をした画像を作り、ワールドに配置するだけです。今お持ちのツールでも作る事ができる可能性が高いです。また、バーチャル看板の画像データを作るのを、学校の地域学習の時間に児童や学生に作ってもらえば、今までなら、地域の詳しい大人からお話を聞いて、地域を歩いて終わりだったのが、学んだ後にグループに分かれるなどして成果物を作らなくてはいけなくなるので、責任感も変わってきます。そうすれば、自然に地域の文化を記憶する人が増える事が期待できます。また、バーチャル看板であれば、現地に何かしら手を加える事がほぼ無いので、物理的な看板と違い多言語化が容易となります。私が勧めている方法は、英語Verなど1言語1ワールドとする事で、体験者の体験度を向上できます。また、日本語でも、小学生低学年から大人まで、その年齢に合わせた文にする事で、バリアフリーな看板にしていく事が可能となります。

STYLYは、ワールド制作するにはアカウント取得が必要になりますが、体験者（観光や地域学習等）はアカウント取得が必要無く、STYLYアプリさえインストールしていれば、誰でも簡単に体験して

もらえる利点があります。図-16のQRコードは、ワールド制作すると発行できるので、このQRコードを資料館等で配布すれば、体験者はSTYLYアプリをインストールしているスマートフォンやタブレットのカメラでQRコードを読み込めばワールドを体験してもらえます。ARは、STYLYのようなプラットフォームの活用で、今までなら委託一択だったような事も、自分達でも作れる時代になってくれました。もちろん、3Dデータが無い場合や、よりリッチなコンテンツの制作を委託で作る事も可能ですので、予算や必要な機能等に合わせて選んでももらえれば良いかと思います。



図-16 STYLY用のQRコード

STYLYのような手軽でアクティブユーザーを増やしやすい物から、場所に合わせてカスタマイズしたコンテンツまで様々なコンテンツがあります。XRegion（ワイクウデザイン）のようなロケーション型ARとVRを位置同期し、視覚共有の出来るコンテンツであれば、足元の悪い史跡の現地に行けないご家族と、現地に行く事が出来るご家族が二手に分かれ、現地組はARで、行けないご家族は資料館等に設置されたVRを体験し、双方向に繋がるXRegionで仮想空間で一緒に旅行する事を可能とします。図-17・図-18は、体験の様子画像です。このように、お互いに見ている映像を交換出来る事で、どこをどのように見ているのかがよくわかります。VR体験しているご家族に、現地の様子を伝えたり、逆にVRにしかない仕掛けも用意しておけば「VRにはこんなものがあるよ」と解説する事も出来ます。またVRの中で、現地のリアルタイムな映像だ

けでなく、リアルタイムな音も聞けるので、会話に加えて、現地の鳥の囀りなど環境音も加わり、疑似



図-17 VR体験者の視覚画像



図-18 AR体験者の視覚画像

的な環境音とは違い、とても臨場感のあるVR体験をして頂けます。こうした観光での活用や、国内国外問わずに遠隔支援にも活用頂けます。

(5) まとめ

このように、史跡復元BIMや史跡メタバースは、地域に密着したとても身近なツールです。難しい事はたくさんありますが、実は、学校の授業の工程を、現状から置き換える事で、実現できてしまう部分もあります。史跡復元BIMや史跡メタバースを少しずつ増やしていく事で、より豊かな未来を形成し、魅力ある街づくりをしていけたらと活動しております。史跡は、地域の文化を継承する大事な存在であり、地域の人でしか守っていけない存在でもあります。

その地域に住まう人達が、次の世代へより多くの情報を残していけるように、バーチャル看板からはじめる史跡メタバースを一緒にしていけたらと考えております。今の「無い」状況から「ある」に変れば、これは大きな変化です。少しでも多くの「ある」にしていく事で、届く声の量が変わってきます。

誰かがやるだろうではなく、是非とも自ら率先して、一歩ずつ活動をしてもらえたら嬉しいです。