

特集 ■ 第 19 回大会

特別講演 2

文化財のデジタルアーカイブと VR 公開



加茂 竜一

凸版印刷 文化事業推進本部

Kamo Ryuichi

横井 加茂様は凸版株式会社文化事業推進本部担当部長をされておりまして、東京大学大学院の特認教授もされておられます。また、国内外の美術館の多数のデジタルアーカイブ構築のプロジェクトをずっとされておられます。名古屋城本丸御殿 CG 復元のプロジェクトにも関わっておられるということです。

デジタルアーカイブやバーチャルリアリティによるデジタルミュージアムといった研究は非常に重要ですが、長期的に継続するためにはある種のビジネスモデルを成り立たせて事業化することが重要だと考えております。加茂様はそのための大変な努力をされていられているということで、講演をお願いしています。今日はそういうレベルの、クオリティの高いアーカイブを作る技術を中心にお話しいただくということです。よろしくお願いします。

加茂 先ほど徳川様のお話をお聞きしましたが、今日はこちらに来る前に久しぶりに徳川美術館さんの方にお邪魔しようと思って、いろいろ拝見させていただいてからここに来たんです。私が今日お話ししようとする対象は、2/3 くらいが文化財という原物です。久しぶりに VR 学会のホームページを見ましたら、VR の定義というのがありました。「原物とは形・見え方が違うけれども、本質的には同じモノ」とありましたけれども、(原文は「みかけや形は原物そのものではないが、本質的あるいは効果としては現実であり原物であること」) 原物をたくさん持ってらっしゃる徳川美術館さんを改めて今日拝見すると、やっぱりあれだけたくさんものがある、ものだけじゃなくて他の資料もありましたけれども、それを取り巻く情報がきちっと整理されてること、系統立ててきちっとお持ちになっている。これ

は文化財と人を繋ぐ価値をさらに高め、新しい価値を創造していく基本になるのだと思うんですね。

私が今日お話しするのは、ましてやものではなくて、ものをバーチャル空間とか情報という形に置き換えて、一体それで何ができるのかというところです。今もチャレンジ中ですけど、そんな話をしたいと思います。会社の中で仲間達とやってきたことを、事例を中心に話していきたいと思いますので、退屈かもしれませんが、お聞きいただきたいと思います。

お題は「文化財の情報化と VR 公開」になります。中身としては、デジタルアーカイブです。今はいろんな言い方をするんですね、具体的にはデジタルヒューマニティーズとかですね。その中にデジタルアーカイブという言葉、日本から出た言葉ですけども、それが含まれているというような解釈もありますし、この辺いろいろだと思います。そのデジタルアーカイブに凸版印刷という印刷会社が、どうして関わってきたのかという技術的なところからお話ししたいと思います。それから事例と VR で公開している中身の話をしたいと思います。

デジタルアーカイブという単語はみなさん聞いていらっしゃると思うんですけど、実はもう結構古い言葉になってきましたね。1990 年代の中頃に文化財を日本の IT 技術を使ってデジタル化するということが、それをデジタルアーカイブと言いましょと、当時の月尾先生が提唱されて、これが世界に伝わっていったんですね。その頃は、我々もここにいらっしゃる何人かの方とデジタルアーカイブをやったりはしてましたけれども、すべての文化財を対象としたデジタル化ができるレベルにはまだなっていないと、印刷会社が持っている技術を

使って、最初に平面の対象物を手がけていきました。巻物ですとか、絵画ですとか、文書ですとか、こういったものをデジタル化するというところから始めて、だんだん立体物に移っていったんです。立体物も小さなものからだんだん大きなものに移っていきました。我々は研究のためだけにやっている訳ではないので、立体物をデータ化しても、データを持っているだけではなく、データを活用することになる。その中の一つとしてVRという技術を開発し使ってきたということでもあります。

会社の自己紹介をしますと、(写真を映しながら)この画像は凸版印刷の最初の本社なんですけれども、明治時代、西暦1900年の創業当時の凸版印刷です。今でもここに凸版印刷の本社が建っています。これは秋葉原にあるんですが、ちょっと左手の方には昭和通りが走っていき、後ろの森みたいに見えるのが上野の森になるんですね。こんな位置関係のところ到我が社は誕生しました。我が社は大蔵省印刷局の技術の方が立ち上げた会社でして、もともとは証券とかを印刷していました。当初は途上国のお札も刷っていたと聞いております、大蔵省印刷局が持っているお札の原版を彫る機械と同じものが凸版印刷にもありました。割と固いものをやっていたんですね。印刷もだんだんグラフィックになってくると、

(写真を映しながら)この画像はタバコのパッケージなんですけれども、こういう風に絵画が入るようになってくるんですね。出版会社だと印刷とかポスターとかをイメージされると思うんですが、今では建物の部屋の中の壁紙とか床材とかドアを作ったり、お酒のパッケージとかエレクトロニクス関係の仕事もしています。これほど広い事業領域をやっている印刷という名前がついている会社なんですけど、大日本印刷さんもほとんど同じ事業領域を持ってらっしゃいます。実はこの2つの企業は売上も非常に拮抗しているんですね。お互いに年間1兆5~6千億くらいの売上なんですけれども、数十億円くらいしか差がないという変わった競合関係にあります。ミラーのような会社です。こういう総合印刷会社というのは世界でもまれです。海外で、例えばアメリカで印刷会社というと、印刷を刷るだけですね。製版会社というところ、もっとデザイン会社に近いところであって、別なんです。ましてやこんな風にいろんなことに手をかけているというのは、日本人が欲張りなのか知りませんが、どんどん領域を広げてきた結果です。けれども、これらの事業は全部印刷の基本的な技術がありまして、LSIとか液晶モニタのカラーフィルタとか、もともとは印刷の技術なんです。正確に小さいものを作って

いくという技術が活かされて、このように事業領域が広がってきたということです。

本題に入りますが、デジタルアーカイブというのはデジタルとアーカイブです。アーカイブというのは図書館なんかでアーカイブスという言葉が古くから使われていますが、それにデジタルをくっつけて、文化財をデジタル化することをデジタルアーカイブと言いましょうという風にスタートしたんです。1990年の頃に国がデジタルアーカイブ推進協議会を作りまして、私もまだ若かった頃ですが呼ばれて行きました。我々が仕事をする現場の話として意見を言うと、目的のないデジタル化というのは仕様が作れないんですね。何に使うのか、いつまでに残すのか、どういう対象物か、それによって仕様が変わってくるんですが、当時は保存をすることがメインになって、活用が最初にあって仕様を作るという考え方にどうしてもならなかったんです。しかしここ数年はどちらかというと、もう少しビジネスライクに、活用するためにどういうデータであるかという風に、世界中が変化してきていると思います。ヨーロッパなんかではEuropeanaなんか爆発的に文化情報にリンクを広げてきてますし、アメリカの公文書も図書館もどんどんデジタル化が進んでいる。これは国というレベルで進んでいますが、日本はその点非常に後発というよりもスタートすら切れていないという状況であります。そんな中で我々が仕事をしているので、ビジネスという視点では苦労しながらやっているというのが現実です。

(デジタルアーカイブの目的というスライドを映しながら)とはいえ、デジタルアーカイブというものを我々は受託してやるケースが半分くらいあります。美術館だったり、文化財ホルダーであるお寺さんとか神社とか個人の収蔵といった相手先を通して、デジタルアーカイブをする。目的を少し分けましたけど、それは美術館と同じだと思います。保存とか研究とか公開、いろいろなステージでデジタル化というのが進んできていますし、我々はそれなりに仕事を受けているんですね。中でも多いものとして、文化財そのものがどうやっても劣化していつか壊れてしまうので、今の状態を情報として取っておきたいということがあります。例えば古墳なんかですね。どうやって維持していても、剥落があったり地震があれば崩れちゃったり、そのために今のうちにデジタル化しておきたい、なんていう目的があります。

最近急に増えてきているのが写真資料のバックアップです。フィルムあるいは乾板で保存している写真は、デジタル化しておかないとどんどん痛んでしまいます。新

聞社さんと一社で数十万枚とか数百万枚の写真を持ってらっしゃるんですけども、数年とか 10 年くらいで劣化してしまうんですね。フィルムというのはどんどんダメになっちゃう。これを止める手だては無いです。ちょっと前ならデューブ（複製）して残そうということだったんですけど、今どんどんフィルムや現像所が無くなってしまっていて、もうあと 10 年もすると、アナログで継続して保存することはできなくなると思います。映画のフィルムもそうです。なので、こういうものを今のうちにデジタル化しようというのが私の仕事としては多くなってきています。100 年前とかそれ以上前の乾板で撮った写真があるんですね。中国とか海外で撮った写真なんかも、撮った時は原物があって写真がある、当時その写真は 2 次資料だったんですね。バーミヤンのように戦争によって原物が破壊されて無くなってしまおうと、他に情報が無くなってしまおうと、2 次資料として撮った写真が、1.5 次かわかりませんが、貴重さのステージが上がってくるんです。なので、そういうものを今のうちに情報化しておこうという動きがかなりあります。海外では、その文化財情報を増やして活用や交流させる方向に進んできています。

デジタルアーカイブという言葉が何で出てきたか、これは私の想像なんですけど、原物はこれから何百年も残すには大変な努力が必要になってくるし、どうしても残せないものも出てくると思うんですね。デジタルというものに託した夢というのはメンテナンスをきちっとすれば情報は不変で残っていきますよ、ということだったと思うんです。ですが、私が文化財という古いものに接していると、こういう考え方は決してそんなに新しいものではないと感じます。例えば、砂漠の方に行ったりするとこんなものを見ることもありますね。（絵が描かれた古い岩の画像）これは単純な想像なんですけど、人間の命も際限がありますし、自分の記録とか自分がやったこととか、そこで行われた呪術的なこととかをきちっと何かビジュアルなものにして残していこうという意味は働いていたんだと思うんですね。その時に、石という非常に強固なものに、自分の意志なりなんなりを刻んで残すという気持ちはあったんだと思います。我々はそれをデジタル技術を使ってやろうとしている、もしかしたらそれだけのことなのかもしれないなあと思います。

ただですね、印刷技術というのはまたちょっと別物です。印刷は、たくさんの人に伝わる情報を同一のハンコから作るものです。今のインターネットじゃないですけど、より多くの人に伝えようとする願いからたぶんでき

たんだと思うんですね。一説によると、岩に絵や文字を彫って、それに炭を塗って拓本を取るところに発想があったんじゃないとも言われていますが、偶然の産物ではなく、そういう意思があったから生まれたのだと思います。（写真を映しながら）これは百万塔陀羅尼という凸版印刷の博物館も所有しているものです。法隆寺に行くとかたくさんあります。印刷はこういったところでも使われているんですね。後ほどお見せしますが、西洋の活版技術は、ヨハネス・グーテンベルグという人が発明したと言われていますが、これもただの発明じゃなくてビジネス開発でもあります。一つのハンコからたくさん売れるものを考えたら、経文だったり教典だったり、バイブルだったりします。たくさん買ってもらえばビジネスとして成立するだろうという考えもあったと思います。

じゃあ印刷会社がなぜこういう分野に関わってきたのかということをお話します。（拡大した写真の画像を映しながら）印刷を拡大すると網点というものがあります。今の若い方はあまりご存知ないかもしれませんが、ドットなんですね。基本的には黄色・赤色・藍色・墨という 4 色で構成されている点の集合体で色調を表現していくんです。アナログの時代からデジタルの時代になりましたが、我々の今の工場の現場も同じです。これをより正確に美しく印刷するという非常に長い工程を通して製品にするという手法は今でも変わってないんですね。この正確にというのも難しく、我々がデジタルアーカイブの仕事をしながらも非常に悩むところでもあります。正確って一体何なのかということなんです。

印刷というのは他のメディアと違って、大きい特長があると思います。技術的な特長ですけども、一つは高精細な画像処理技術がもともとあったということです。例えば、テレビ局さんの仕事で CG を作ろうとすると、ハイビジョンであつたら 1920×1080 ピクセルというように、出口の解像度って決まっていますよね。4K だったら、4000×2000 ピクセルと決まってるんですけど、印刷会社っていうのはもともと、こんなに小っちゃい印刷物も刷りますし、私の仕事でやった一番大きい印刷っていうのは、池袋のデパートの屋上から下まで吊り下げる大きな印刷物を作ったことがあります。これは当時のアナログ技術ですと、目伸ばしと言って光学的に伸ばします。当時のデジタル画像処理技術では、まだこういう大きな画像データを処理することはできなかったんですね。その後、印刷業界ではそういう技術と設備を工場の中に持

つことになりました。デジタルアーカイブの仕様策定には、将来どのように使うかが大事です。例えば、ハイビジョンで出力することだけを想定して作ったデジタルアーカイブ情報は、4Kの時代にはもうそのデータは解像度が不足してしまいますし、10年後に8Kになってるかもしれませんけれど、その時にはなおさらですね。だからデジタルデータそのものは腐らなくても、メディアの中で陳腐化してしまう。そうすると、長い間残すという意味が成立しなくなってしまうことがあります。そんなことで、CGをやる時にも、非常に細かいデータを作りました。今日は河口洋一郎先生がいらっしゃいますが、河口先生も私も若い頃に6000ピクセルとか1万ピクセルなんていうデータを計算させながら作品を作っていましたけれど、当時の印刷会社がそういうことができる会社だったということが、凸版印刷がデジタルアーカイブに関わってこれた理由の一つです。

もう一つは色の管理なんですね。印刷っていうのは当時はスキャナで色を分けてそこからフィルムに出力して、印刷を刷るためのハンコを作って、その間にもいろんな工程があるんですね。紙は色々、インキのセットも色々。そうすると、どうやって原物の色あるいは出した色を正確に伝えるかっていうことです。これを人の感性でやってたらダメなんですね。そこで関わる人達が自分の好き嫌いで色調を決めてしまったらお客さんのクレームばかりで会社が潰れちゃいます。なので、感性的なものを数字で管理するっていう技術があるのです。その技術は研究所の中で、正確な色の管理をする基盤として研究をしてきました。この二つの技術を使って文化財をデータ化して将来にわたってその情報を保存して、将来の人がそれを使う時に、これはどういう精度でどういう色だったのかということを再現できるデータとして残しておくようにしています。

さっきデジタルアーカイブというのは仕様がなければ本当はスタートできないという話をしました。これも一つの事例なんですけど、(写真を映しながら)これは東京国立博物館に収蔵されている洛中洛外図屏風の舟木本というものです。じゃあこれを写真にデジタルで撮りましょうといった時に、当然のことながら大きなものですから、分割して撮っていきます。そうすると、細かい画像が撮れるデジタルカメラがあれば良いじゃないかと思うかもしれません。でもどんどん細かいものにすれば良いかという、それはそれでデータが大き過ぎちゃってハンドリングが大変なんですね。じゃあどの辺を落とし

所にするかという時に、この絵の特徴はどこにあるのかを学芸員の方と相談して、最初に設計をします。この絵は非常に筆の線が細くて顔の表情までよく描写されているんですね。(屏風の拡大画像を指して)これは床屋をしているところなんですけど、毛の一本一本まで書かれています。描かれている人の顔は大体5~6mmなんですけど、そうすると最低限、顔を4Kディスプレイで表示してもここまで拡大できる程度で、あるいは高精細な印刷物を作った時に原寸大でプリントできる程度でという目標で仕様を設計します。そこから後追いで、最終的にどのくらいのピクセル数が必要か、どういう機材が必要かということを決めていきます。

それから最も難しいのが、この絵は金泥で描かれているんですが、金の表現をどうするか。ご存知の方もたくさんいらっしゃると思いますけど、金はそのものの色を撮るんじゃなくて、「反射を撮る」という言い方もするんです。だから金を黄色っぽくきれいなキンキラに見せるんだったら、黄色いレフ板を使ったりするんですね。ですが、これは創作的な行為を一切排除しようということで、金は今のCGの技術だったらある程度後から再現できるので、この時は資料撮影のためのライティングの装置で撮りました。割と柔らかい光で撮っています。

(撮影時の様子の写真を映しながら)これは撮った後なんですけども、今度は特徴となるところの色を200カ所くらい、変った機械を持ち込みまして測っています。何を測るかっていうと、原物の色のスペクトルを測って残しています。それでカメラで撮った情報に補正をかけてあげることができるようにしています。カメラも機種を変えたら色が違います。レンズを変えたら色が変わっちゃいます。画像処理するエンジンが変わったらまた色が変わっちゃいます。じゃあ本物はしまっておかれて100年後にデータを見たら、2014年の時点の対象となるものの色は何だったのかというのが特定できないんですね。だから画像データだけあっても使えない。なので、こういう情報もあわせて撮っておくことをやっています。

古い事例なんですけど、2000年にやった事例で、ウィット美術館の作品を数百点デジタル化したんですね。これも非常に細かいデータで撮ったということとハイエンドなカラーマネジメント技術を入れました。(撮影時の様子の写真を映しながら)端が切れてしまっているんですが、ここに光源があるんですね。ここにモニタがあって、ここに学芸員の人が座っているんですね。この色調で撮って良いですかと学芸員に確認して、それで撮って画像データを残すんですね。ここでは、撮った画

像データだけではなくて、シャッターを切った瞬間にどう
いう光が当たっていたかという情報も残しています。
この美術館には近くに窓がある展示室もあって、作品に
当たっている光はミックスされています。時間帯が夕方
だったりするともっと赤い光が入って来たりします。向
かいに飾ってある絵からも影響されます。白壁に見えま
すけども、壁から反射してくる光も影響して最終的に作
品に光が当たってるんですね。それでこの作品の前に集
まる光のスペクトルを測っています。なのでこの事例の
場合、当たっている撮影の光源のスペクトルと、デジタ
ルカメラとレンズと CCD を通って入ってくる光におけ
る色の特徴を記録して残してあります。それからディス
プレイの特性も残しています。その上で撮影したデータ
を残しています。将来的にこのデータを印刷する時に、
原物を見たことない人でも色を再現できるようにしてあ
ります。こんなに綿密にやっているのは我が社だけかも
しれません。

(次の作品の写真を写して) この作品も非常に細かい
データで撮ってるので、拡大できます。でも、拡大でき
るからすごいでしょってというのはあまりプロフェッショ
ナルな答えではないですね。この画像は将来修復のため
に使えるデータとして撮ってほしいというのがあって、
ターゲットになる傷が判別できる解像度で撮りました。
そのように目的が決まっています、だから全体の解像度は
どれだけですって決めるんですね。なのでもちろん可
視的な画像だけじゃなくて、X 線とか赤外線とか遮光線
とか必要なデータが加わって将来の修復のために使われ
る。ルーブルをはじめとしたヨーロッパのデジタルアー
カイブってというのは、修復のための情報の収集を目的と
して始まりました。なので非常に明確なんですね。そう
いうレイヤを持たせて撮っているんです。

小さい作品だけでなく、アジャンタの石窟なんかも測
ります。(撮影風景の写真を映しながら) こういうのは
凸版印刷が勝手に行くんじゃなくて、東京文化財研究所
という所から依頼を受けてやっています。これはインド
政府が保護のために表面にニス塗ったんですね。そ
のニスが茶色く変色してきちゃったんです。それで中
にある色がほとんどわからなくなっています。この場
合もデジタル撮影してから光を測り、ニスの茶色くな
った成分の色を測ります。それを計算で引いてあげると、
実際、中にある色がどうなかってというのが推定でき
ます。これは数値で計算させて、正確に得られることを目
指しています。

ただ我々の仕事はそれだけではないんです。むしろ印
刷会社が得意としてきたところ、もうちょっと感性的な
色をどうやって伝えるかというところで、人の中に蓄積
されたノウハウを持っている人たちが、実は印刷会社
の中にはたくさんいるんですね。次の事例は、日本画の
作家さん達がお元気なうちにご本人が残したい色で印刷
を作って、その印刷物とデータを残すというプロジェク
トです。東山魁夷先生ですとか加山又造先生とか、す
でにいらっしやらないんですが、作家ご本人とやりとりし
て、先生が OK というまで校正刷りを刷っていきます。

(作品の画像を映しながら) これは奥田元宋先生の作
品です。7-8 回くらい校正をやるんですけど、OK にな
るとここに落款を押していただけます。紙は永年保存紙
という非常に持ちの良い紙に刷ってまして、インキは
プロセスインキの 4 色です。特色は一切使いません。特
色を使うと再現性が難しいので 4 色です。ここに至る過
程というのは非常に感性的なやり取りがあります。こ
こにあるように「山の部分は赤を引いてください」とか、
「もう少し色調の変化をつける」とか、「シャドウは締
まり過ぎないように」という指示を先生から直接もら
うんですね。(作品の下に先生からの指示が書かれてい
る) なぜこういうやり取りをしているかということ、原物
の絵画を測って、印刷で本当にその色が出るんだっ
たらこんなことは必要ないんですね。なかなか出ないん
ですよ、岩絵の具の色は。であれば、どの色を残しどの色
を生かすか、それを作家さんと一対一でやっていくん
ですね。我々にとってはこの指示書は非常にお宝でして、
完成したものと指示書を全部とってあります。

我々が絵画をデジタル化する時には頭を切り替える
んですね。学芸員の方と仕事をする時と作家の方と仕事
をする時では、全く考え方を変えなきゃいけないん
ですね。学芸員の方は、自分が見た、研究してきた結果
においてこの絵はこういう色ですよということをおっし
やいます。作家さんは非常に謙虚な方と言いますか、
ピュアな方が多いので、自分は岩絵の具でこういう表
現をしたけども、これをベストだとは思っていない、と
おっしゃったりします。例えばプロジェクタで見たこの
青きれいだよね、この色が本当は欲しいんだよね、とい
うイメージを別に持ってらっしゃるんですね。だから印
刷も、将来そういうご希望の色が表現できるようにな
った時のために、こういった指示も残してあります。た
だ非常に難しくてですね、例えば「シャドウ部分は締
まり過ぎないように」と言われたらどうするかですね。
コントラストを下げれば締まらなくなるんですよ。だ
けど逆に

赤っぽいシャドウから補色の青を引いてしまうと柔らかくなくなっちゃうんですね。ではもう少しシャープネスをかけたらどうなのかとかいう解釈もしなければならぬ。感性的なことを数字に置き換えて現場に伝える人たちがいて、プリンティングディレクターって言うんですけど、この解釈を間違えると作家の意図とは全然違う方向に行っちゃうんです。

(次の画像を映しながら) これは東山魁夷先生の事例です。このプロジェクトは、先生にご賛同いただき、私どもの工房にお出でいただきながら、ご自身の意志を残すということをやってきました。(画像に書かれた文字を指し) この指示は奥様が書かれたものですが、先生が病に倒られた後は、お隣で一緒に岩絵の具を調合していた奥様に色調の指示をしていただきました。ある絵の部分についての奥様のご指示を作家ご本人のご指示として印刷物を作りました。このように感性的な表現をどうやって解釈し数値として残していくかに関しては、我々の先輩が残してくれた伝承があり、それを参考にしています。

このプロジェクトにはルールがありまして、将来この印刷物を作る時には絵を見て判断しちゃダメってあるんです。作品横のカラーチャートのところを測って、同じになるように出力してもらうようにしています。絵を見て解釈しないでという風になっています。こうやって将来誰が印刷しても当時決めた色調が再現できるように会社の中で継承しようとしています。カラーマネジメントというのは技術の言葉ですけど、感性によって決めた色をどうやって保存するか、それを技術でどうやって保証するか、この二つの段階なんだと思っています。

(印刷博物館の館内の様子を映しながら) これは飯田橋にある印刷博物館なんですけれど、ここは展示の方法が三つあります。一つは原物から直接体感してもらう方法です。(画像を映しながら) これは活版印刷機なんですけれど、中に入っただいて印刷を実際に刷ってもらうコーナーです。それと、原物と情報を同時に鑑賞できるというやり方があります。もう一つは原物がないんだけど、情報のみで人に伝えていくやり方です。こういう三つをミックスして展示を行っています。

その中に、バチカンの教皇庁図書館と情報を連携しながら作った事例があります。バチカン教皇庁図書館の中にはたくさんの貴重な書物があります。さらに貴重なものは鉄扉の部屋の中にたくさん収蔵されているんですね。これはゲーテンベルグ42行聖書です。凸版印刷は

1枚だけ持ってます。これは上下巻あるんですね。バチカンと契約をしてデータ化をしまして、凸版印刷の博物館で公開をしています。ただこの中で12ページほど欠落しているページがあるんですが、書かれている内容はわかるので、ここで取ったデジタルデータから活字イメージを再現してデータ上は完全なものにしてバチカンにデータとしてお返ししています。

そんな関係から今も継続しているプロジェクトに、パリンプセストというものがあります。(画像を映しながら) これは昔の羊皮紙という羊の皮をなめしたものに書いてある写本本なんですね。ちょっと文字がぐちゃぐちゃに見えるかもしれませんが、これは当時羊皮紙が非常に大切なものだったので1回書いたものを擦り落として、それでまた次のものを書いて新しい本にしました。これをパリンプセストと言います。でも実はこの下に書かれているものが貴重だと言われている本がバチカンには二百数十冊あって、これを解析研究するプロジェクトというものを各国で行っているんですね。アメリカだとスタンフォード大学とかが行っています。これをバチカンと凸版印刷が共同で解析研究を進めています。

(画像を映しながら) これは凸版の研究所の人たちが作った特殊なスキャナなんですね。近紫外光と通常光が発光されて、ノド(本の綴じ側)の5mmのところまで撮れる。この本は約束ごとで120°まで開いて撮れることになっています。なので、上からスキャナを下ろしてきて撮るようにしました。(実際にスキャナを下ろして撮影している映像を映しながら) こうやってガラガラガラと下ろしてきて撮るんですね。(解析した画像を映しながら) これは通常光の場合です。これが紫外光の場合ですね。分離して刷るとこんな風になる。さらに分割していったら、バチカンのラテン語を読める学者さんがこれを読み解いていくというプロジェクトです。

(画像を映しながら) これはバチカンの教皇庁図書館の中ですが、今は美術館になって人がいっぱい歩いています。私がこのプロジェクトを始めた頃ここは閲覧室だったので、古いイスと机が並んでいてみんな静かに本を読んでいた。あまりにきれいなので美術館の管理になって、今は美術館側から入るようになっています。ここでしばらくお仕事をしていると、こんな説明を神父さんがしてくれるんです。(天井の絵の画像を映しながら) こういう美しい絵なのですが、だけどそれぞれ意味があるんですね。これは天正遣欧使節団が来た時の記録だとおっしゃるのです。石でできた堅牢な建物に、フレスコという技法で染み込ませるように記録を残す。人が

来るところにきれいに残す。みんなが見る。そうやって物事が伝わっていく。そういうことだと思うんですね。それで、この時に持ってきた原物が収蔵庫の中にピカピカの状態で保管されているんですね。物だけじゃなくて記録が残っている。我々がやっていることはこの足下に及ぶとも思っていないんですが、デジタルで残すというのはその一助になるのかなと思ってやっています。

デジタルアーカイブをここでまとめておくと、どういう対象物をどういう目的で使うか。また難しいですが、どのくらい長く使うことを想定するか、これは管理の費用にも関わってきます。設計時にはこれらを頭に入れないながら仕様を決めていきます。

今までは平面のものについてずっと話してきましたけれども、10 年程前から立体物のデジタルアーカイブも行うようになってきました。（各作品がデジタル化された画像を映しながら）これは野々村仁清作の壺です。東京国立博物館に収蔵されています。これは尾形光琳作の「八橋時絵螺鈿硯箱」です。このプロジェクトは文化庁の研究委託を受けてやったものなんです。作品は小さいものですが立体形状計測にはとても難しい対象でした。こちらの仁清の壺の方は白磁の部分があってレーザを当てるような光の計測をやりますと、ピンと角のようなノイズが出て正確に形が測れないんです。硯箱の方は漆のところマットな黒なんです。こういったものをレーザを当てて 3 次元計測しようとする穴の開いたような不正確な形に計れてしまいます。

なのでどうしたかという、壺の方は安全な接触型の磁気センサを使って形を測りました。壺の中の粘土ひねり方が特徴的であるということだったので、中に内視鏡を入れて撮りました。外観を写真に撮るとひずむんですね。なので、スリットカメラを使いました。これもどうしようか悩んだんですが、鉄道写真を撮るカメラマンに依頼しました。鉄道写真で、先頭車両からずっと横に連なった写真をご覧になったことありますか？ あれすごい不思議な写真なんですね。普通のカメラで撮ったら端がひずむでしょ。あれはカメラレンズの後ろにスリットがあってシャッターを開きっぱなしにしておいて列車が通過するんです。そうするとひずみなくスリットの部分だけ撮れるんです。形状を正確に測ったら、外側のマッピングする画像も、ひずみなく撮らないとダメなんです。壺をターンテーブルに乗せて回してくださいと言ったら、ダメですと言われてしまいました。重要文化財を回転させることなんてできません、と言われたので、カメ

ラの方を回すという方法で撮りました。結構苦勞の種でしたが、研究としてそれをやりました。

硯箱の方はなかなか良い計測方法がなく、螺鈿なので、触れることもできませんし、ツバが飛ぶといけないので近くで話もできない。これはもうギブアップで、形は実測図を起こしました。ご専門の方がノギスの用な特殊な道具を使用して非接触で測ったデータをもとに 3 次元 CG 化し表面の質感をマッピングしました。

だんだん対象物が大きくなっていきますが、建造物とかですね。（デジタル化された画像を映しながら）これは旧函館公会堂ですけど、これも最初は設計図面からデータ化したんですよ。そうしたら、建物の奥に天皇陛下が行幸された時に作ったトイレがあるんですけども、そのトイレ 1 個分くらいが原物の大きさとずれちゃうんですね。なんでかっていうと、昔の建物っていうのは入手した材で大きさがある程度決まってくるので、図面に対して今の建造物ほど正確じゃないらしいですね。結局、もう一度実物を測り直してデジタル化しました。

3 次元計測の技術的な話になりますが、三角測量的な方法もありますしレーザを飛ばして戻ってくるまでの時間差を利用するとか、いろんなやり方があります。どういう対象物をどういう条件下で測るかによって機材も手法も変わってきます。計測で得られた最初の状態は点で構成されていて、それを結び、さらにそれに面を構成して、最後に表面の質感情報を貼ります。

（デジタル化された土器の映像を映しながら）これは東京国立博物館にある土器です。こういうのも使う目的なんですね。上部に穴が空いてるんですけど、光を使って計測しているので光が入りにくいところは穴が空いちゃうんですね。テレビで放送するならこれだとまずいので、形としては埋めて公開するんですが、文化財として正確に情報を残さなきゃいけないので無理はせず、撮れないところは撮らない、撮れるようになったら撮ってまた足せばいいという考え方でやっています。

これも事例ですけど、唐招提寺に鑑真和上坐像がいっぱいあります。ただ時代とともに痛みが進んできて、お身代わりを造って原物を保存することになりました。お身代わりは、美術院というところがお造りになるんですけど、その参考として我々が計測した形と色の情報を使っていただきました。

唐招提寺さんの奥に御影堂というところがあるんですが、東山魁夷画伯が描いた「濤声」という絵の後ろの部屋に鑑真和上の坐像が収められているのです。それを広

い部屋に持ち出してきて計測させていただきました。周りに結界を引きまして関係者以外は当然入れないようにしました。責任者を任命し上司であっても勝手に入っちゃいけないルールになっています。また万が一計測器が倒れた時のことを考え、転倒範囲に対象物が入らないように計画書を作るんですね。そういう計画で先方のご承諾を得た上で測りました。

(計測器の画像を映しながら) この時はこういう機械を使って測っていきました。鑑真像の場合もこれまでの事例と同じです。計測して写真を撮って、特徴的な色を番号振って全部測ります。発表会もやりました。(プロジェクトの報告映像を映しながら) 鑑真像の計測結果のCGの色はあえて変えていますけれども、3次元計測したときの角度の違いを色を変えて表示して貼っていきます。そのあと美術院さんが国宝修理所で作っていく際に参考にするということで、寸法を割り出したりして、こうやって彫っていくんですね。こういうことに活用するためにどのくらいの精度が必要か、だから機材もどういふものがいいか、そうやって仕様が決まってくるんです。(鑑真像着彩中の写真を映しながら) これは非常に色鮮やかですけど、最終的には塗った後に少し古色を付けて復元して、あまり違和感のないようにします。

(お坊さんがパソコンを操作している写真を映しながら) ここにお坊さんいらっしゃいますよね。このお坊さんは数学の先生なんですね。お坊さんという文系のお坊さんの学校を出ているというイメージが僕らにもあったんですが、最近は本当に変わってきています。東大寺の大仏を計測して、リアルタイムでVRで非常に大きなデータを動かして、自由な視点からお見せしたんです。そしたらお坊さんから質問がありまして、「これは相当大きなデータとお見受けしたんですが、レンダーはどちらのをお使いですか」ということを聞かれるんですね。お答えした後に何でそんなに詳しいんですかと聞いたら、「私、大学で画像をやりました」とおっしゃったり、理系の人も多くなりました。

仏像のお身代わりというのは本当に昔から作られてきたんですね。長い年月、多くの参拝の方々に対峙していらっしゃるわけです。そうするとそれなりに痛んでしまうんですね。それでお身代わりを作るんです。今のやり方では本物と同じように作ろうとしますが、古い時代のお身代わりというのは、例えば、阿弥陀如来さんは阿弥陀如来さんなんですけれども、ずいぶん見た目が違ったりするということがあります。

我々が自分たちだけではできない技術については大学

との共同研究という形でいくつか行っています。その一つとして、九州の彩色古墳を10年間測っています。東京文化財研究所、九州国立博物館、東京大学、凸版印刷の共同研究で行っています。九州には装飾古墳といって色を施した古墳がたくさんあるんですが、痛みが激しいこともあって保存の理由からほとんど閉鎖しているんですね。普段は入れません。我々も一般人としては入れないんですけど、こういう古墳を測らせてもらいます。その結果は九州国立博物館で順次公開しています。

(福岡県乗場古墳の写真を映しながら) この古墳は木が生えて鬱蒼としてますが、中はこんな風になっているんですね。東大のチームと我々のチームが一生懸命測るんです。ツナギを着てマスクをして行っています。古墳に入って妙なカビを吸っちゃったりすると、今の医学ではなかなか直らず死に目に遭ってしまうということもあるそうで、非常に注意して入ります。足の裏まで機材も全部消毒して入るんですね。ものすごい湿度のところもあります。99%の湿度というところもあるので、機材もよく壊れちゃうんですね。

(計測時の写真を複数映しながら) このようなパノラマのカメラを使って全周囲を撮ります。レンズの補正をかけた上で、3次元計測してきちっと形を計ったものに貼り合せていきます。これは3次元計測した部屋です。前室とか羨道とか玄室とかって風が繋がっているんですけど、パノラマに撮って展開するとこんな風になります。光のムラをつくらないためにも、パノラマカメラと光源を同じ角度で動かして厳密にやっています。作業中の古墳には温湿度計を入れて我々が作業している間にも環境管理を行い、例えば2℃上がったら作業を停止するとか、そういう管理を行っています。

このプロジェクトは東大との共同研究で行っていますので、対象となる古墳の中からどういう情報を得たいかによって、機材の研究開発も研究所の方でやってくれて、東大と一緒に計測しています。こういう所で育った学生さんに凸版印刷へ就職していただいたりしてコラボレーションしています。

(古墳に描かれた絵の写真を映しながら) これは船の絵なんですけど、古墳が組み建つ前の太陽光が入っている時に描かれたのか、あるいは組み建った後にたいまつで描かれたのか、こういうこともわからないんですね。なので、取ったデータにCG上で太陽光のスペクトルを与えて、あるいはたいまつで描かれたのか、あるいはたいまつで描かれたのか、どういう風に見えるかを調べます。そうすると、たいまつの方が見にくいよねという議論になったりします。

(古墳内部の写真を映しながら)肉眼でなかなか見えないんですが、昔の学者さんの論文の中にここに双脚輪状紋があったという記載があるんですね。そこで、マルチスペクトルカメラという非常にスペクトルの広いカメラを開発して撮って計算で解析していくと、確かに言われたところに言われた形がある、とわかったりします。計測結果の映像は九州国立博物館で上映しています。

今では半分くらいの VR 作品は、博物館の企画展の際にスポンサと一緒に作ります。制作費が半分になるうえ、活用の幅が倍になります。ロングテールですがそういったシナリオを描きながらやっているんですね。

(撮影風景の写真を映しながら)これはインカ帝国展の時のものです。現地に測りに行ってます。これはマチュピチュですね。手前の山に登って奥の山を測る、奥の山に登って手前の山を測る。大変な高所作業です。こうやって形をとるんですね。ここは文化財保護の理由からヘリコプターを飛ばせないんですね。なので、地べたから測るしかないんです。文化財なのでいろんな条件があります。それで、計測したポイントをプロットしてちゃんと記録していきます。結構大変な仕事です。観光客がものすごく多くてですね、いつもいるんですね。計測した時に人が写っちゃうんです。帰ってきてから人を消すのにものすごく時間がかかるので、オペレータの人はこれが大変だったと言っていました。レーザーで測るのである程度暗くなっても大丈夫ということで、観光客のいなくなる夜間も継続して計測を行いました。霧の中でも撮ったりするわけですね。

(マチュピチュの VR 映像を映しながら)これはまだテクスチャを貼っていないので絵としては見にくいですが、これとは別に石の建物や壁を写真で撮ってものを貼り込んで、自由自在にこの中を動けるようにして公開をしています。

シアターでは、デジタルアーカイブした文化財情報を使って VR で公開することを行っています。目指しているのは臨場感と没入感と、もう一つは対話性です。(凸版印刷博物館 VR シアターの写真を映しながら)情報があってお客さんがいて、基本は人が案内する。手間はかかるんですが、お子さんだったらお子さんの反応を見ながら案内します。VR は基本的にデータだけなので、この中でいくつものストーリーを組み立てることができるんですね。テレビ番組のようにシーケンシャルに構成案を作ってシナリオを作ってここから始まってここで終わ

ります、というようなものではないんです。それが VR の特長でもあります。

我々のシアターはいくつかあるんですけど、こういうシリンダリカル(円柱状)のシアターとか 4K のシアターとか、先々 8K も入るかもしれません。高精細化がどんどん進んでいきます。我々はそうなっても追従できるようにデータを作っています。デバイスが進化していく中で、データだけが陳腐化しないようにしています。

(VR の映像を映しながら)これはクレムリンのウスペンスキー大聖堂ですね。これは兵馬俑です。中にスーツと下りていって、彩色をして昔こうだったと復元できるところまでいっています。これは中国故宮との共同研究で、向こうに研究所を建てて故宮のすべての建物をデータ化することを目標に行っていて、もう 10 年超えるんですけど今は中国の研究資金も入って続けています。これは阿修羅さんを測らせてもらっているところです。これは東大の池内先生が長年測ってこられたアンコールワットのバイヨン寺院で、膨大なデータを自在に動かすコンテンツを作っています。光もこうやって変えることができます。これは徳川さんにご縁のある江戸城ですね。天守があった時代のものです。これはマチュピチュの地下神殿です。普段は入れないようなところに入っています。こういうことができるのも VR の技だと思います。これはナスカの地上絵です。現地ですと案内見にくいので、上からスーツと地面まで下りて行って見るようなことも自在にできるようにしています。

シアターで解説をしているのはうちの社員ですが、ボランティアでも可能です。私自身が実感していますが、人が伝えるというのはものすごく力があることで、インターネットで安易に取得するような情報伝達よりも、人が介在する使い方をもっと考えていきたいと思っています。

これはスティーナ礼拝堂で 13 年前に作ったものですけれど、未だに人気の高いコンテンツです。こういう情報は AR で使ったり、これからの技術にも転用が効くものだと思いますので、データは非常に大事にしています。東京と関西にバックアップを取って保存しています。コンテンツは今だいたい 45 作品くらいまで来ました。今東京国立博物館にあるシアターでも上映しています。また故宮の博物院の中にシアターと研究棟があって中国と我々のスタッフで研究を進めています。これはホンジュラスの国立博物館です。マヤ遺跡のコンテンツはここで自国民の子供達に見せられるようにしています。日本のように安全に文化財を見られるような環境ではな

ということ、安全な博物館で遺跡が見られるようにという大統領からの要請で作りました。

我々が文化財情報を扱う際には、正確な監修のために必ず専門の先生に入ってもらっています。それでVRコンテンツを作って公開することをやっています。そして人が人に情報を伝えています。すると鑑賞者の反応も、すごく微妙に伝わってくるんですね。それによってまたコンテンツを変えていくんですね。ナビゲータという人がいつも情報を循環させてコンテンツを進化させていくことができるので、期待を持って我々はこれからもVRに取り組んでいこうとしています。

文化財というのは、先ほど徳川さんもおっしゃっていましたが、本当に貴重でかけがえのない唯一の原物だと思うんです。文化財のデジタルアーカイブというのは、文化財が持つ情報の一部を切り取ったものに過ぎないと思うんです。その情報を蓄積して行って、監修の方に入ってもらって正しい解釈を入れていきます。さらに原物と情報を重ねて、新しい価値が生まれてくることを目指しています。ですから、原物がある場所で見せるというのは、遠く離れた地で見せるのとはコンテンツの作り方も最初から違います。技術的にはかなり進化してきているので、これからいろいろなものができると思います。

これで最後になりますが、現在は日光東照宮の仕事をしています。2015年に「徳川家康公400年祭」を迎える関係で、新宝物館を計画中なんですね。そこにVRシアターを作り上映する作品を作っています。この場合コンテンツ作りは結構難しいですね。陽明門などの文化財がその場にあるので、なぜさらに情報として公開するのかということ。そこで特徴を持たせる意味で、寛永期の姿を再現したり、原物は大変な作業で修復されているんですが、その修復の過程をきちっと保存してコンテンツ化しようとしていたりしています。文化財を維持継承するためにどれだけの努力が払われているかを正確に伝えていこうと思いつつ、今作っています。

(陽明門の写真を映しながら) 原物は今覆いがかけられて修復しているんですね。その前の東照宮の写真です。私たちも見慣れた東照宮です。参拝者や見学者が大勢いらっしやるので開門前や閉門後の時間帯にハンディな3次元計測器を使って作業を行いました。裏側や屋根にも登りました。高所に強い女性スタッフが登って計測しました。それで撮ったものからCGとして再現しました。

(陽明門のCG画像を映しながら) 背景が真っ黒ですが、周りの建物も全部作って色彩もデータ上に入れるとリアルなCGになります。金色には少し汚しを入れて違和感がないようにしています。昔はこういう姿だったというのが見えたり、中に入って行って高いところから平行で彫り物の凄さが見えたり、ただ見えるから凄くないじゃなくてこうやって継承してきた文化財だということをやちゃんと伝えていこうというプロジェクトを進めています。

これで終わりになります。ご清聴ありがとうございました。

【略歴】

加茂竜一 (Kamo Ryuichi)

凸版印刷(株)文化事業推進本部担当部長

(一財)デジタル文化財機構研究主幹 / 筑波大学連携大学院教授 / 東京大学大学院特任教授 兼任。

担当業務：文化財のデジタルアーカイブとバーチャルリアリティ (VR)

実績・作品：

平面物のデジタルアーカイブ；

バチカン教皇庁図書館所蔵ゲーテンベルク聖書、ウフィッツィ美術館収蔵作品、米国ホイットニー美術館、国立西洋美術館、東京国立博物館、国際日本文化研究センター(絵巻、文書、古地図)、東京大学総合研究博物館、松本市所蔵「宋版漢書」、印刷博物館収蔵品(解体新書等)、バチカン所蔵Palimpsest解析プロジェクト、東寺百合文書、等。

立体物のデジタルアーカイブ；

仙台城城壁、九州彩色古墳の三次元計測と色彩計測研究(王塚古墳、弁慶が穴古墳、千金甲古墳等10カ所)、東京国立博物館蔵「色絵月梅図茶壺」「八橋時絵螺鈿硯箱」、旧函館区公会堂、法隆寺「聖徳太子絵殿」、東大寺仏像等。

VRコンテンツ制作；京都市元離宮二条城、洛中洛外図屏風舟木本、適塾・懐徳堂、興福寺阿修羅像、名古屋城本丸御殿CG復元等。