The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	朝日放送制作　平等院復元CGについて
Author(s)	香取，啓志；藤原，宏美；油谷，曉
Citation	サイバーメディアHPCジャーナル．2011，1，p．19-21
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/70444
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

朝日放送制作 平等院復元 CG について

朝日放送株式会社　香取 啓志
株式会社アイネックス 藤原 宏美　奈良先端科学技術大学院大学 油谷 曉

はじめに

十円硬貨で有名な平等院が、昭和から平成までの 60 年間に調査した研究成果を反映した番組を朝日放送が制作し（2011 年 2 月放送「平安の美ふたたび」）、CG を株式会社アイネックスが担当した。

更に、フルハイビジョンの 4 倍という高精細の 4K 映像に展開することになり、披露は遠隔地（大阪市、武蔵野市）からのリアルタイム伝送による上映、さらに記者発表を 4 月 26 日奈良先端科学技術大学院大学で行った。（システムソフトは株式会社ビービーアールが担当、ネットワークは NICT の JGN-X を利用した。）

時を超えて目指したもの

平等院には長年の調査による多くの資料が保管されており、復元図や復元物も注力されている。今回の制作にあたり、仏像実物の三次元レーザースキャンや復元された物を画像として取り込むことにより、精巧でリアルな平安時代の姿を蘇らせることを目指した。

堂内の鮮やかな彩色は、岩絵具などを用いた復元図の筆の跡や濃淡など、実物の雰囲気を損なうことなく再現することに気を配った。部分的に見れば色ムラでも全体を見た時、不思議な柔らかい調和が生まれる。CG をご覧になる機会があればそこから醸しだされる空気感の表現をぜひ感じて欲しい。

さらに光の表現にもこだわった。堂が西を背に建つのは日想願を体現しているためであり、光の表現は特に重要と考えられたからである。CG では入日を背にする堂を表現、浄土に想いを馳せたであろう人々の気持ちを感じられるようにした。同じく堂内でも、西裳階の窓からさす入日の様子を再現、来迎を思わせる荘厳さを表現した。現存の平等院には西裳階の窓が存在しないため体験不可能な平安の情景である。

復元 CG の利点

建造物の復元として記憶に新しいのは、平成 22 年の奈良平城宮跡で、総事業費は数百億円という国家プロジェクトである。しかし気軽に各地の建造物を復元する訳には行かない。これに対し、コンピュータを用いて正確に部品データを積み上げて精巧に復元した三次元映像を制作することができる。復元 CG の利点は費用を抑えられるだけではない。地下の遺跡を傷つけることもなく、地震火災リスクもない。復元以降の研究により、例えば柱の色や建物の構造が違うことが判明した場合、完成した建造物ではもはや修正不可能でも、CG ならすぐに変更が可能である。

また実物は様々な制約を受けることもある。平等院の平成大修理では発掘成果に基づき、池の中島にかかる橋が実際に復元されている。しかし、この新造された橋は参観者の安全のため、低く、高欄もより太く造作されている。CG では仏後壁に描かれている橋のように高く、高欄を細身に制作してより雅な橋となっている。（図 1）

図 1　反橋・平橋

本尊・台座・光背・雲中供養菩薩（23 体）は、東京藝術大学が行ったレーザー計測による三次元データ構造及び分析データに基づいた彩色を施している。実物そのものをデジタル化しているのだから限りなく創建時のオリジナルに近い姿だといえるだろ

う。そしてデジタルアーカイブとして朽ちることなく後世に残っていき、ハイテク技術の進化に合わせて 4K 以上の高精細映像へも進化させられる。

データの可視化でわかったこと

創建期の図面や文献の寸尺を忠実に再現した結果、全体図面には未記載で設置する場所が不明であった天蓋の位置が、3D モデル完成後に堂内へ組み入れると部材の長さから自ずと収まる場所が判明し、驚きとともに資料の正確さを裏付けることができた。

このように失われた建造物のビジュアル化は、文化財研究にも成果をもたらす。文化財に限らず CG の制作現場でよく遭遇する場面だが、ビジュアル化して初めてわかることは多々あり、また多くの人の意見を集約しやすい。長らく研究が尽くされている平等院でさえも、今回のビジュアル化が進む中で判明したことや意見を反映したところが多数あり、今後も多くの人が目にすることにより判明する事実もありうる。それらを反映させてより一層、いにしえの姿に近づいていくプロジェクトといえる。

4K の表現力

4K の表現力には驚くばかりで、ハイビジョン番組制作時には微細すぎてわかりにくかった須弥壇上のラピスラズリの煌きが 4K では表現できた。彩色の繊細な濃淡もより感じることができ、空気感は格段に増し臨場感を高めてくれている。(図 2)

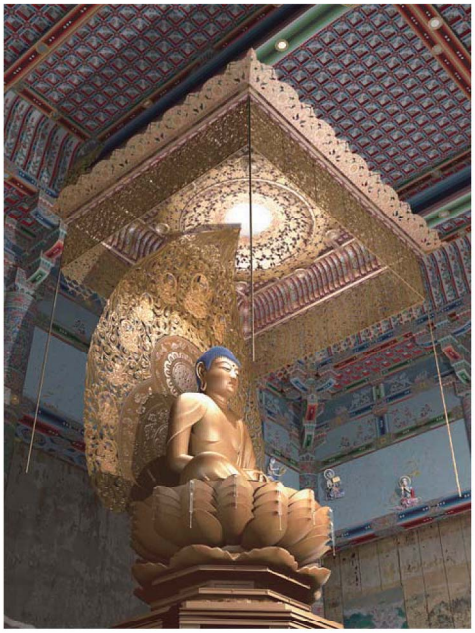

図 2　平等院鳳凰堂内

レンダリングは時間がかかる

4K 制作にあたり最大の問題は、3D ソフトの演算処理（レンダリング）に時間がかかるという点である。社内マシンをフルに使用しても 5 分の映像で約半年を要する。

時間がかかる要因は、まず解像度が大きいこと。そして 3D レーザースキャンした仏像モデル(東京藝術大学制作)が 24 体あり、その膨大なポリゴン数は処理時間を一気に増大させる。(図 3, 図 4)

テレビ映像は 1 秒に 30 枚の画像が必要で、5 分の映像制作には 5 分×60 秒×30 枚=9,000 枚の画像が必要になる。1 枚のレンダリングに要する時間が 30 分の場合、187.5 日の期間が必要になる。

ハリウッド映画が時間と費用をかけて制作しているのは一般的に知られているが、ドリームワークス[1]の 2010 年 3 月時点の環境[2]は、データセンター全体のコア数が 1 万 2,000 コア、メモリー96TB、HDD の総量 1PB、900 人が同時利用と凄まじい環境である。

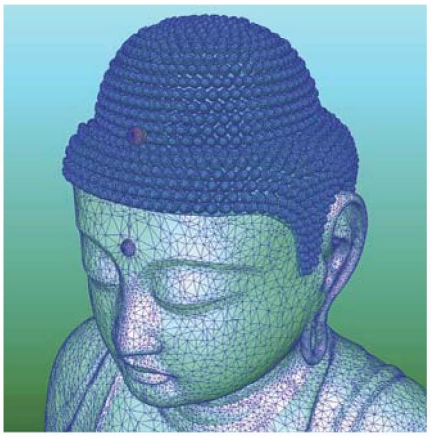

図 3　阿弥陀如来ワイヤフレーム

1　ドリームワークスは、1994 年設立のアメリカの映画スタジオ。正式名称は DreamWorks SKG

2　ASCII.jp「米 DreamWorks を支える、かなりスゴイ制作環境」2010 年 3 月 31 日掲載

図 4　雲中供養菩薩像ワイヤフレーム

サイバーメディアセンターのクラスタ

そこで、今回は、大阪大学サイバーメディアセンターのクラスタを用いてレンダリングを行うことにより、大幅に期間の短縮を図った。

■　利用したクラスタのマシンスペック

8 コア (Intel Xeon E5520 × 2)　12GB RAM	
OS：　Windows7 64bit × 9 台 Fedora11　64bit ×7 台	

■　期間

2月2日	5台で計算開始
2月15日	4台追加
3月1日	7台追加で全16台の準備完了
3月31日	返却

■　演算処理の所要時間

1 枚あたり　約 20 分 ～ 3 時間 10 分

■　仏像のポリゴン数

24 体の合計 約 680 万ポリゴン

例：

・阿弥陀如来　約 225 万ポリゴン（図 3）

・雲中供養菩薩像北 25 号　約 40 万ポリゴン（図 4）

非圧縮遠隔伝送上映

2011 年 4 月 26 日に制作した 4K 映像を分散遠隔伝送システムを用いて奈良先端科学技術大学院大学にて上映を行った。

文化財の再現映像のような細部にわたり映像の劣化に対して配慮すべき映像の伝送は、映像の圧縮処理を行わず非圧縮状態で送る必要があり、4K 超高精細 CG 映像の非圧縮映像伝送の場合、6.4 Gbps (bits per second)という膨大なネットワーク帯域が必要とされる。

伝送用の 4K 超高精細映像は上記の膨大な帯域に満たないストレージ I/O の制約を回避するため、“田”の字の形に並べた 4 つのハイビジョン映像に分割して構成されており、遠隔地への映像伝送を行なう場合もハイビジョン映像 4 ストリーム分を同時に行うことで実現している。技術的に、4K 超高精細映像の表示を正常に行なうためには 4 つの映像の同期処理が必要となり、著しい遅延が発生した場合には正常に表示することができない。

今回は、大阪と東京の 2 箇所に 4 面の中の 2 面のハイビジョン映像を分散配置し、東京、大阪 2 か所から同時に奈良に同期伝送して 4K 映像に合成表示する実験に成功した。

将来的に実現すべき、映像データの分散アーカイブや必要伝送帯域の分散化を考慮したクラウド型トポロジーへの移行にあたり、4 つのストリームを東阪の別拠点から行なう実験を成功させたことは、将来への伝送の可能性を示すために有用であった。

最後に

様々な研究に使用中の貴重な大阪大学のクラスタを利用しました。平等院 CG は、医学の進歩や自然科学技術開発に貢献できませんが、平等院 神居文彰住職は「責任を持って配信する文化の新展開が、希望につながってほしい」と望んでおられ[3]、社会や歴史研究にも繋がります。作業中に起こった東日本大震災。海外からの観光客が激減し観光業界が低迷する中、日本再興の希望に少しでもつながればと思います。

最後に、ご尽力いただきました関係者の皆様に感謝いたします。

---

[3] 城南新報「創建期の鳳凰堂 CG で」2011 年 04 月 27 日掲載