

歴史的建造物のデジタルアーカイブにおける参照資料と再現CGのリアリティを評価するための 生理計測に関する研究

Study on the relation between reference data and reality of CG image in digital preservation of historical buildings biometric for evaluating

内藤 旭恵†‡ 重藤 祐紀‡ 坂井 滋和‡
Akie NAITO†‡ Yuki SHIGETO‡ Shigekazu SAKAI‡

† 静岡産業大学 情報学部

‡ 早稲田大学大学院 国際情報通信研究科

† Shizuoka Sangyo University School of Information Studies.

‡ Waseda University Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies.

要旨

本研究は、歴史的建造物を保存し情報化する際に保存すべき情報の量を決定することを目的にしたものである。現在、歴史的建造物を保存する際には、参考にする規定や規則はなく、保存を実施する側の判断に委ねられてきた。保存する側も、解体を前提とした保存であるため、「図面」と「一部の部材」、「記録写真」レベルでの保存に限定されてきたため、現物として復元・復原や再現を実施する際に情報不足に陥ったケースが数多く報告されている。そうした問題に対応するため、本研究では、CG技術を用いて歴史的建造物の保存・再現実験を行った。

1. はじめに

建築界において、歴史的建造物を扱う場合には、「近世建築」と「近代建築」という二分類とされることが多い。近世建築は江戸期以前の木造を中心とした日本古来から伝わる建築工法で建てられた建造物を示す。一方、近代建築は、明治・大正・昭和初期に西洋から流入した建築工法を用いて建てられた建造物を示す。日本国内では、建設された年代によって、保存や保護に大きな差が存在することにも着目する必要がある。

木造建築を中心とした近世建築は、文化財保護法によって長年手厚く保護されてきたが、煉瓦や石造りを中心とした近代建築は、1960年代から1980年代にかけての高度経済成長期にその多くが解体されてしまっている。この大きな差は、近代建築は都市部に密集して建設されたため、再開発が進んだ結果、スクラップアンドビルドされてしまったともいえるが、長年に渡り、行政は明治維新後に建設されたそうした比較的新しい歴史的建造物を保存し保護する対象とは考えていなかったことも事実である。

歴史的建造物の保存における大家である藤森照信は、雑誌東京人の中で次のように述べている。「建築探偵が立ち会った名建築の最後。(藤森照信氏インタビュー) 保存運動をやったものについては、連戦連敗みたいところがあります。そのなかで、やはりよい建物を残そうという声は、市民の間で強くなっているから、少しずつは残りはじめていますが、壊れるものの勢いがあまりに強い。」(東京人,2005年4月号 no.213,p.19) というように、歴史的建造物が次々と解体されていったことがわかる。

一方、2000年代より、「第一生命」の保存改修にはじまり、「東京銀行協会」、「日本工業倶楽部」、「三菱一号館」、「東京駅丸の内駅舎」、「東京中央郵便局」と次々に復元・復原や再現が実施されていった。その際に問題になったことは、保存情報の不足による想像設計となった部位が多いことである。これは、関係者へのインタビューをすることで明確になったことである。

歴史的建造物の保存に関しては、一定の規則が無い場合、保存に携わる個人の判断に委ねられてきた部分が多いのである。その結果として、復元・復原や再現を行う場合に情報の不足が表面化するのである。

本研究では、こうした情報の不足を補うため、CG技術を用いて歴史的建造物の保存を実施する方法を提案するとともに、どこまで詳細に記録すれば良いかという閾値の検討を行った。また、閾値を求めるための根拠情報をアンケート評価と生理計測によって求めたい。

2. 先行研究

歴史的建造物の保存や再現については各界において様々な議論が交わされてきた。その中でCG技術の活用に関連するものとしては、佐藤ら[1]による姫路城天守閣のデジタルアーカイブ制作に関する研究がある。これは現存する建築図面と類似建築の図面を参照しながらCADシステムを用いて緻密な三次元モデルを作成する手法を述べたものである。また山田ら[2]は3次元レーザースキャニング装置を用いて鎌倉大仏の計測を行い、実測された寸法から竣工当時の大仏殿の再現を行っている。また、加戸ら[3]は日本の伝統的木造建築の代表として五重塔を取り上げ、

その構造分析を通じて CAD システムによる 3 次元データをパーツごとに作成しその組立方法や構造の検証を行っている。これらの先行研究は、最新のデジタル技術を取り入れる方法として(1)現存資料の情報化、(2)現物のデータ計測による情報化、(3)構造的側面から部品の（一部想像による）再設計による情報化などの手法によってデジタルアーカイブを行う方法を論じたものである。こうした先行研究を踏まえ、本研究では入力される情報およびその元になる参照資料と、再現される CG 画像の写実的なリアリティとがどのような相関性を持つかに関して、先行研究同様に実際のモデルデータを構築することによって明らかにし、さらに、生理計測によって、閾値を求める。

3. 研究対象



図 1.三菱一号館

研究対象は、現物再現が実施された三菱一号館とする。三菱一号館を対象とした理由は、現物が再現されていることと、内部空間も公開されているため CG と現物の比較が可能であるという点を考慮したためである。情報収集にあたっては、三菱地所株式会社と株式会社三菱地所設計の関係者に協力を頂いた。

三菱一号館は、明治を代表する建築として高く評価されるもので、1894 年に建設され 1968 年に解体された後、2009 年に細部に渡って再現され、現在は美術館として広く一般に公開されているものである。

三菱一号館を現物再現するにあたっては、「竣工時図面」、「解体時図面」、「竣工時写真」、「活用時写真」、「解体時写真」、「保存部材」を参考に進められたとのことである。しかしながら、保存情報が不足しており、想像設計になった部分も多くあったとのことである。

4. 研究の流れ

研究の流れは、①情報収集・インタビュー調査、②CG 製作の検討、③CG 製作、④CG チェック、⑤CG 評価実験Ⅰ、⑥CG 評価実験Ⅱ、⑦CG 評価実験のまとめの順で実施する。

①情報収集・インタビュー調査

2010 年 9 月よりインタビュー調査を開始し、歴史的建造物保存の現状について情報収集を行った。2014 年 10 月現在、東京都内の明治・大正・昭和初期に建設された歴史的建造物の所有者へのインタビュー調査を継続するとともに、京都市内に点在する煉瓦建築の所有者や明治村、江戸東京たてももの園などの関係者への聞き取り調査を実施している。

②CG 製作の検討

CG 製作の検討は、CG をどのレベルまで詳細に製作していくかという検討を行った。参照する情報の量や質と完成した CG のリアリティや違和感の関係性を評価するため、その基準となる軸の検討から実施した。

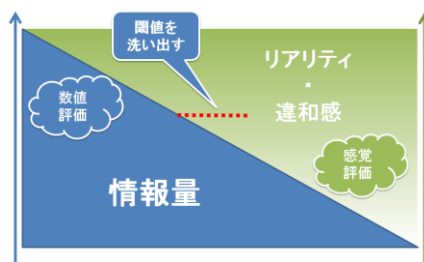


図 2.情報化のレベルと感覚値の関係

図2は、情報化のレベルと感覚値の関係を示したものである。情報量は、レベル1：図面（竣工時図面、解体時図面）、レベル2：写真（竣工時写真、活用時写真、解体時写真）、レベル3：保存部材（窓枠、屋根飾り、柱）、レベル4：現物（再現された三菱一号館）を参考にし、レベル毎のCGを製作することで情報量の変化を表現することが可能となる。感覚値は、計測することが容易ではないため、「SD法」または「VAS法」と「生理計測」を併用することで保証するものとする。

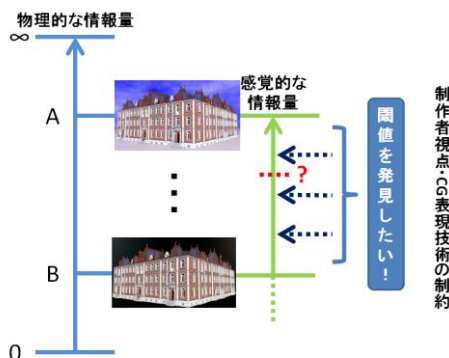


図3.情報化のレベルと閾値

図3は情報化のレベルと閾値を示したものである。物理的な情報量0は簡易的なCGを示し、 ∞ は究極に現物に近いCGを意味する。本研究ではレベルBのCGから評価をスタートし、レベルAまでの間のレベルに応じたCGを製作して評価する。レベルBからレベルAまでの間を16パターンに分類し、被験者評価を行うことで必要十分な保存情報の量を決定したい。

表1.設計者視点（構造情報によるもの）

表2.技術的視点（CG表現技術によるもの）

レベル	参照情報	CG画像	レベル	CG表現技術	CG画像
4	現物	精密なCG	4	Global Illumination	写実的な画像
3	保存部材	通常のCG	3	Phong Shading with Texture	照明効果を施した画像
2	写真	単純なCG	2	Phong Shading without Texture	照明効果を施した画像
1	図面のみ (文字数字含む)	線画表示	1	Gouraud Shading	簡易的な照明効果を施した画像

表1は、設計者視点によるCGのレベル分けである。レベル1~4までとし、レベル1は図面のみを参照した場合のCGを意味し、レベル4は、図面、写真、保存部材、現物の全てを参照した場合のCGを意味する。表2は、技術的視点によるCGのレベル分けを示している。表1と同様に、レベル1~4までとし、レベル1はワイヤフレームモデルであり、レベル4は照明モデルを意味する。

③CG製作

CGの製作は、表1と2のレベルを掛け合わせた16段階とした。図4に示したCGは、三菱一号館の完成CGで、16段階のうちの最高レベルのもので、図3のレベルAの地点を示している。



図4.三菱一号館完成CG

④CG チェック

CG チェックは、レベル A と B を比較し、細部に渡って再現できているかパーツ毎に確認した。

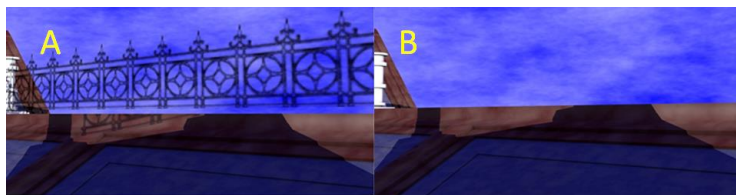


図 5.屋根装飾

図 5 は、屋根装飾の比較図である。レベル A は屋根飾りの鉄のレリーフが表現できているのに対して、レベル B では存在がないことがわかる。図面では、表記が無いため表現することができないのである。

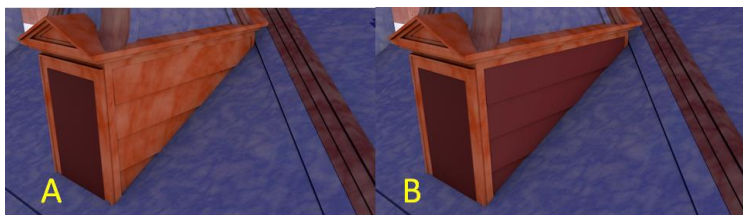


図 6.ドーマー窓

図 6 は、屋根の採光用のドーマー窓である。ドーマー窓の側面の形状情報や素材情報は、図面では読み取ることができないため表現できていない。

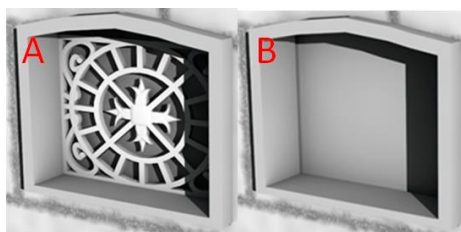


図 7.地下室用採光窓

図 7 は、地下室用採光窓を示している。レベル A は鉄のレリーフが表現できているが、レベル B は空洞になっている。図面では窓が挿入されることしか表現されていないが、写真を参考にすることによってこうしたレリーフが取り付けられていたことが分かる。

⑤CG 評価実験 I

④ので制作した CG 画像を評価し、どのレベルまで情報を保存しておけば情報の過不足を抑えることが可能であるか、「実験 I」と「実験 II」によって計測する。実験 I では、「生理計測による評価実験」を行う。

⑥CG 評価実験 II

実験 II では、「SD 法または VAS 法による評価実験」を実施する。本手法は、アンケート調査を中心とした画像の被験者視聴評価である。

⑦CG 評価実験のまとめ

CG 評価実験のまとめでは、実験 I と実験 II の結果を踏まえ、総合的に判断し、情報化における閾値を決定したい。

5. CG 評価方法

5.1. CG 評価実験 I

CG 評価実験 I では、「生理計測による評価実験」を実施する。

モニタ視聴方式による被験者評価を実施する。16 レベルの CG 画像を徐々に遷移させて、違和感やリアリティの変化を感じた瞬間に合図をしてもらうという方法で行う。



図4.携帯型多用途生体アンプ・収録装置 (Polymate AP1132/AP1532)

生理計測方法は、図4に示した携帯型多用途生体アンプ・収録装置 (Polymate AP1132/AP1532) を用いることで生体信号を収集し、「脳波」、「皮膚電気活動」、「脈拍」などを解析する。人間の感覚では、気が付きと発言に数秒の誤差があるため、より正確な画像のレベルを把握するため、生理計測を採用することとした。

5.2. CG 評価実験Ⅱ

CG 評価実験Ⅱでは、「SD 法・VAS 法による評価実験」を実施する。

アンケート記述方式の SD 法や VAS 法を用いた CG 画像の評価である。「リアルであるーリアルではない」、「違和感がある - 違和感がない」、「明治時代の雰囲気が再現されている - 明治時代の雰囲気が再現されていない」、「心地良い - 心地悪い」、「色合いがマッチしている - 色合いがマッチしていない」などの対極の感情を両極に配置し、その間を均等に分割して○を付けてもらう SD 法と、適当な位置に線を記入してもらう VAS 法を用いて 1 枚の CG 毎に感覚的な暗黙知を数値化する。その傾向に基づいて、CG 画像を分類し情報化に対する閾値を決定したい。

5.3. CG 評価実験のまとめ

CG 評価実験ⅠとⅡの結果を元に、歴史的建造物を情報化する際の情報量の閾値を決定する。どのレベルまで情報化すれば、過不足なく歴史的建造物を保存したといえるのか明確にしていきたい。

歴史的建造物を CG 画像によって保存する場合に「リアリティ」や「違和感」といった表現が良いかは判断できていないが、歴史的建造物を解体する際に残すべき情報の一つの指針となり得ると考える。

6. まとめ

以上のようにして、歴史的建造物を CG 画像によって保存する場合には指針が必要となる。本研究では、どこまで保存すれば過不足なく情報化を行えるのかといったことを提示できると考えている。

人間の曖昧な感情や感覚を生理計測することで、数値化することができるとともに、SD 法や VAS 法を併用することで、より具体的な感情を抽出することが可能となる。

参考文献

- [1] 佐藤大樹,田中智己,加戸啓太,平沢岳人,"豊富な資料に基づいた姫路城のデジタルアーカイブ作成",日本建築学会大会学術講演梗概集(東海),9月2012年.
- [2] 山田修,高瀬裕,畑中達也,池内克史,"歴史的建造物における3次元形状取得技術の活用研究",日本建築学会講演梗概集(関東),9月2011年.
- [3] 加戸啓太,平沢岳人,"伝統木造建築物のデジタルアーカイブ化における部品雛形と部品に関する研究",日本建築学会計画系論文集,第76巻,第662号,pp.877-886,4月2011年.
- [4] 内藤旭恵,金澤航,坂井滋和"情報化の観点から見た我が国の歴史的建造物の保存と展示・公開の現状",情報処理学会第2回デジタルコンテンツクリエーション研究会発表論文,2012年10月.
- [5] 横山大,加藤卓留,内藤旭恵"写真による建造物の保存に関する一考察",情報処理学会第2回デジタルコンテンツクリエーション研究会発表論文,2012年10月.
- [6] 内藤旭恵,"日本工業倶楽部 光・影",日本写真芸術学会学会誌創作編,2012年12月.
- [7] 三菱地所株式会社著,"三菱一号館 復元工事報告書",2010年.
- [8] 永野芳宣著,"物語ジョサイア・コンドル丸の内レンガ街をつくった男,中央公論新社,2006年.
- [9] 岡本哲志,"丸の内"の歴史 丸の内スタイルの誕生とその変遷",ランダムハウス講談社,2009年.
- [10] 池内克史,大石兵史「3次元デジタルアーカイブ」東京大学出版会,2010年.
- [11] 鈴木博之,"現代の建築保存論",王国社,2001年.