

平成 21 年 5 月 15 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18500786

研究課題名（和文） 空間情報技術の活用による歴史的景観の保全と復元に関する研究

研究課題名（英文） Conservation and Restoration of Historical Landscape Assisted by Geo-information Technology

研究代表者

吉川 眞 (YOSHIKAWA SHIN)

大阪工業大学・工学部・教授

研究者番号：80116128

研究成果の概要：多様な歴史的街並みが生きている関西地域で、歴史的景観を保全、復元することを社会の要請と捉え、空間情報技術を活用した歴史的景観の分析・表現手法の開発を行うことを目的とした。江戸期の高槻城と城下の復元を行うとともに、枚方宿地区における最近の街並み変遷を明らかにした。さらに、古代・藤原京と現代・橿原市を対比して大和三山などの山容景観も分析・表現した。なお、どの事例でも空間情報技術が効果的に活用されている。

交付額

(金額単位：円)

|        | 直接経費      | 間接経費    | 合計        |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2006年度 | 1,900,000 | 0       | 1,900,000 |
| 2007年度 | 1,000,000 | 300,000 | 1,300,000 |
| 2008年度 | 700,000   | 210,000 | 910,000   |
| 年度     |           |         |           |
| 年度     |           |         |           |
| 総計     | 3,600,000 | 510,000 | 4,110,000 |

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：空間情報、歴史的景観、地理情報システム、CAD/CG、モデル化

## 1. 研究開始当初の背景

わが国では、戦後復興期と高度経済成長期を通じて生産性重視の都市基盤整備が行われ、量的には豊かな社会が形成されてきた。その反面、自然景観や歴史的景観への配慮の欠如が画一的な都市景観を生み出し、地域性を失うことに繋がっている。この問題への反省から、国土交通省において2003年7月、「美しい国づくり政策大綱」がまとめられ、その具体的施策の一つとして景観法が2004年6月に成立、12月に施行されている。このような状況のもとで、現存する建築物や構造物、さらには歴史遺産など

によって構成される地域性と景観を活かし、歴史、文化、風土といった都市のアイデンティティを継承したまちづくりが重要な課題となっている。

一方、情報技術がめざましく発展するなか、GIS(地理情報システム)やCAD/CGといった空間情報技術の積極的な活用と、そのための空間データの整備も進展しつつある。「美しい国づくり政策大綱」の具体的施策の一つとされる技術開発でも、GISを活用した3次元景観シミュレーションなど景観の対比・変遷を分析する技術が、技術開発テーマの一つとして掲げられている。

## 2. 研究の目的

本研究では、多様な歴史的街並みが生きている関西において、歴史的景観を保全、復元、活用することを社会の要請と捉え、GISとCAD/CGを統合的に利用し、地形や建築物、構造物、歴史遺産などの地域を構成する諸要素を読み解き、歴史、文化、風土など地域の特性に根ざしたまちづくり支援を行うことを目指している。

具体的には、歴史的景観の保全と復元のために、各種の空間データを効果的に活用した分析・表現手法の開発を行うことを目的とする。GISとCAD/CGの両技術に加えて、RS（リモートセンシング）やGPS（汎地球測位システム）の技術を統合したシステムを構築し、またDM（Digital Map）データや航空機レーザ測量（Airborne LIDAR）データ、さらには衛星画像といった多種多様な空間データを融合（データ・フュージョン）させることで各データのポテンシャルを引き出し、さまざまな観点から歴史的景観を分析・表現する。

これまで都市分野へのコンピュータの利用は、GISによる計画支援とCAD/CGによる設計支援に大別されてきた。このため、「もの」や「空間」づくりの分野における計画と設計の一般的な相違点が、そのままGISとCAD/CGのシステムのあり方に反映し、その統合的な利用が充分には図られていない。

しかし都市景観デザインでは、GISを用いて都市・地域といった広い環境を鳥瞰的に眺め操作するアプローチと、CAD/CGをベースとした景観シミュレーションシステムを用いて比較的狭い範囲の環境を虫瞰的に眺め操作するアプローチの両方が必要とされる。ここに統合化された空間情報システムの意義が存在するが、本研究では、これを歴史的景観の保全と復元という現代都市が抱える計画・設計課題へ適用しようとしているところに大きな特徴がある。また、空間データのレベルでは、統合から一歩進んだ融合（データ・フュージョン）を目指している点も特色といえる。

## 3. 研究の方法

関西地域における歴史的景観の保全と復元という計画・設計課題について、年次毎に次の通り3種類のテーマと対象地域を設定した。

### （1）高槻城の復元

大阪府高槻市において、失われてしまった現在では跡形もなく存在しない高槻城と城下の復元に取り組んだ。すなわち、江戸期の高槻城下を現代図上に定位し、3次元空間に展開するための2次元基図を作成するとともに、GISとCAD/CGの両技術を用いて3次元

モデルに展開した。本丸・天守閣や二の丸・御殿などの城郭や城郭を取り巻く堀割や城下の寺社・町家をCGモデルとして復元した。また、航空機搭載型レーザ計測データとDMデータをGIS技術により融合して用いることにより、現代空間も3次元モデル化した。さらに、3次元景観シミュレーションにより江戸期と現代との対比・変遷を分析・表現した。くわえて、これらをCGアニメーションや3DVRといったデジタル・コンテンツに仕上げ、「高槻市立しるあと歴史館」で展示するとともに、高槻市の公式ホームページからの公開も図った。

### （2）枚方宿の変遷景観

枚方市の枚方宿地区では、歴史的景観の保全と復元が、実際に現実空間で進行中であるという魅力を持っている。研究代表者が委員長を務める枚方市都市景観形成委員会が、京街道（東海道57次56番）枚方宿地区を歴史的景観保全地区に指定して以来、地域住民主導のまちづくり協議会が設立されるとともに、歴史を活かした魅力ある街並みの形成を目指して、枚方市当局による「枚方宿地区街なみ環境整備事業」も展開されている。とくに、平成14年度よりこの事業によって修復・復元される町家も増えつつある。そこで、3次元景観シミュレーションを活用して年毎に変貌する歴史的街並みの変遷を分析・表現した。過去の3次元都市モデルは1985年の建造物調査報告書や2001年の調査などをもとに再現したが、現況の3次元都市モデルは、MMS（Mobile Mapping System）を用いて計測された点群データをもとに精緻な地物モデルの表現手法を開発しながら作成した。

### （3）山容景観の変遷と対比

歴史的景観の保全と復元の対象として取り上げたのは、古代の藤原京を囲み、北に耳成山、東に香具山、西に畝傍山がある大和三山の景観と奈良盆地を囲む大和青垣の景観である。わが国の伝統的空間構造における典型の一つに国見山型の空間があげられ、大和三山はそのまた典型である。一方、大和青垣の空間は、秋津洲やまど型空間そのものとされている。ここでは、山や山並みを視点場や対象として古くから眺め眺められてきた景観について、古代・藤原京と現代・橿原市の3次元都市モデルを構築、景観対比を図りながら、分析・表現するという歴史ロマンへの展開を試みた。山々の見え方に関する工学的側面だけでなく、古代より人々はどのように見てきたかという見方という歴史的側面からも典型的な山容景観にアプローチした。

## 4. 研究成果

### (1) 高槻城の復元

歴史遺産を活用したまちづくりを積極的に展開し、空間データの整備と活用にも先進的な大阪府高槻市において高槻城下の復元を行った。過去の都市空間を3次元CGモデルとして復元し、デジタル・コンテンツとしての利用や景観シミュレーションによる現代空間との対比など、過去と現在との繋がりを表現することでまちづくり支援の一助となることを目的とした。

#### ① 歴史的な位置参照点

城郭復元図を現代図中に幾何補正して定位するためのGCP (Ground Control Point) として、過去から現在まで位置に変化のない街区の角を抽出し (図1)、この位置参照点の座標値をFKP (面補正パラメータ) 方式のGPS 測量などで取得した。この測量成果をもとに城郭復元図を現代図中に定位した。さらに定位された城郭復元図より歴史環境データベースを構築し、図面や資料に加えて、数値地図 (Digital Map : DM) や航空機搭載型レーザ測量 (LIDAR) データといった各種空間データを融合して、高槻城下の3次元都市モデル構築へと展開している。

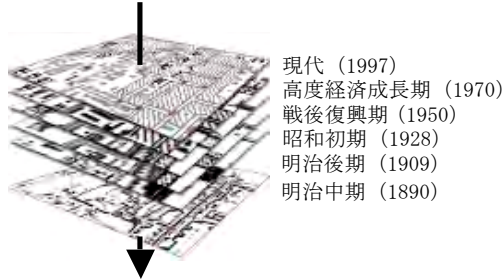


図1 GCPの抽出イメージ

#### ② 城郭都市モデルの構築

モデルの構築範囲は、定位した城郭図面に記載されている範囲の城郭モデル (図2) に加え、3Dビューアのフライスルーも考慮して3km四方の範囲に地物モデルを配置している。

城下の建物は、高槻市立しろあと歴史館より提供された城郭模型図面をもとにモデル化している。図面に描かれていない町家の起り屋根、天守や御殿の反り屋根の形状・形態を表現することで、より歴史性のある都市モデルに近づけている。また、場の雰囲気を出すために、樹木と人物を添景として都市モデル内に配置している。



図2 城郭モデル

#### ③ 現代都市モデルの構築

復元された歴史的景観を現代景観と対比させるため現代都市モデルも構築している。一部の公共建物は、竣工図をもとに精緻なモデリングを行い、航空オルソ画像のマッピングや添景の配置により比較的リアリティの高い現代都市モデルが作成できた (図3)。

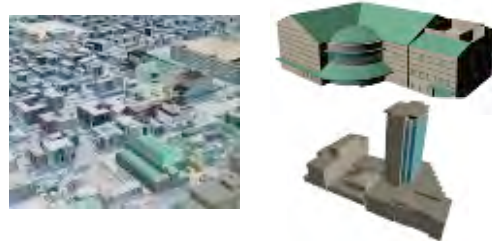


図3 現代都市モデル

#### ④ 変遷景観シミュレーション

構築した3次元都市モデルを用いて変遷景観シミュレーションを行っている。図4は、過去の代表的な視点である天守閣からの眺めを現代景観と比較したものである。住時の面影をほとんど残していない高槻城跡地域において、こうした景観変遷の対比は歴史的遺産を視覚的に表現することができ、有用性が高いといえる。



(a) 過去 (b) 現在

図4 変遷景観の対比

#### ⑤ CGアニメーションと3DVR

構築された3次元城郭都市モデルを活用して、現代都市空間とオーバーラップするCGアニメーション「城と城下をゆく-デジタルで再現-高槻城3D映像-」を制作し、高槻市のWebサイトから発信している。一方、3DVRはウォークスルーやフライスルーなどの自由度の高い視点移動によりさまざまな景観検討ができるほか、景観の全容把握をリアルタイムに行うことができ、しろあと歴史館でも展示を行っている (図5)。また国土地理院が主催した「地図展2006 in 大阪」にも出展し、地域情報のPRといったまちづくり支援への展開例を実践した (図6)。

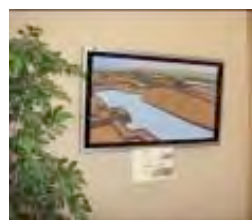


図5 3DVR展示



図6 地図展2006in大阪

## (2) 枚方宿の変遷景観

歴史的な環境を活かしたまちづくりを支援するために、枚方宿がいかに変遷してきたのかを分析・把握することが目的である。この20数年で町家が大幅に減少しつつある中、町家と街並みが部分的に保全・修景されていくという現象も分析・表現する。すなわち、枚方宿で町家の調査が行われた1985年から2008年を対象期間とし、各時期を対比させて枚方宿の変遷に関する分析・把握を行った。

空間情報技術を用いて、散在する地図や図面といった紙ベースの情報や航空写真からDMデータ、さらにMMS(Mobile Mapping System)や航空機搭載型レーザ測量などにより計測されたデータを用いて、空間データを融合(データ・フュージョン)させ、精緻な都市モデルを作成している。

### ① MMS (Mobile Mapping System)

3次元都市モデルを作成する場合、計測技術の発達により空間データを直接計測することで、以前のモデル作成よりも詳細な空間データを取得することができ、それらから精緻なモデルを構築することが可能である。空間データを直接取得する新たな手法に、車両に搭載したレーザレーダにより移動しながら計測を行うというMMSがある(図7)。

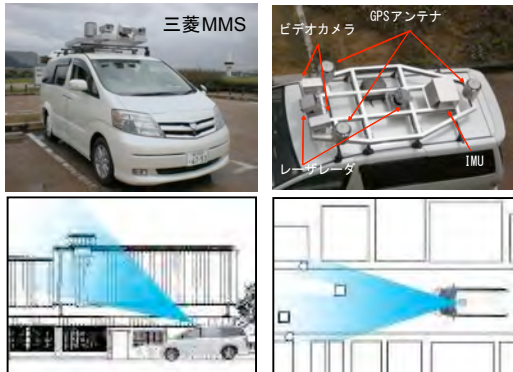


図7 MMSの構成および計測イメージ

そこで、従来手法により構築した3次元都市モデルに、このMMSにより取得した枚方宿のファサード情報を加えて、3次元都市モデルの精緻化を図った。MMSにより取得されたデータはすべて点群データである。専用のソフトウェアを用いることでMMS走行時の画像と重ね合わせることができる(図8)。

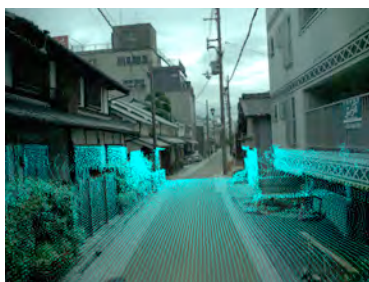


図8 点群データ

### ② 3次元都市モデルの精緻化

DMデータに高さを与えた単純な一般建物モデルや過去の調査時の図面から作成した町家モデルを点群データと重ね合わせる。その結果、単純モデルでは表現されていなかった建物の凹凸部分、たとえば町家の格子といった細かな部分までもモデリングすることが可能となった(図9)。

従来の3次元都市モデルと比較しても、精緻化したモデルは、現実空間の状況を良好に反映している。街路空間で最もよく目に触れる門や塀など、従来は表現されていなかった部分を構築し表現することが可能となった。



図9 単純モデルと精緻化モデルの比較

### ③ 変遷景観シミュレーション

点群データを用いて、従来よりも精緻に2008年の3次元都市モデルの構築を行った。また従来手法を用いて構築された1985年と2001年の3次元都市モデルを用いて変遷景観のシミュレーションを行った(図10)。

1985年には存在していた町家が、2001年にはマンションへ変わり、一方、残された町家には、2008年では門や植栽、空調室外機などに修景が施されている。2001年と比べて、歴史的な街並みの趣を阻害しないように配慮されていることが確認できた。枚方宿地区全域で同様な修景を行っている町家は徐々に増加しており、枚方宿地区街なみ環境整備事業や市民活動が一定の成果を上げていることが視覚的に把握できた。



図10 変遷景観の対比(1985, 2001, 2008)

### (3) 山容景観の変遷と対比

奈良盆地を対象に、古代と現代における都市を取り囲む山々の空間的・視覚的影響の把握を行った。大和三山と大和青垣といった伝統的な山容景観に対して、古代・藤原京と現代・橿原市の3次元都市モデルを構築し景観対比を行うとともに、山々の見え方と見方の両面からもアプローチした。

#### ① 景観分析

分析の前段階として、分析対象である山岳部と平野部とを明確にするため、GISにより地形解析を行った。地形解析により分類された指標をもとに、遠景域と中・近景域の対象地域ごとに分析モデルを構築した。景観分析では人間の視覚特性を考慮し仰角・俯角や視距離の観点を考慮している。

遠景分析では、数値地図50mメッシュ(標高)を用いている。可視・不可視分析、スカイライン分析により、奈良盆地の周囲を取り囲む山々が都市に与える視覚的影響を明らかにした(図11)。中・近景分析では、復元図面と高精度なDMデータを活用することで古代と現代について5mグリッドのDSMを構築した(図12)。この分析モデルを用いて都市内部における詳細な景観分析を行い、算出結果から視野に占める山の割合を示す山岳視域率の算出も行った(図13)。

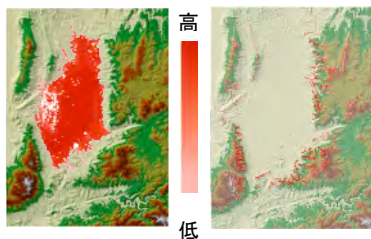


図11 山々の視覚的影響分析

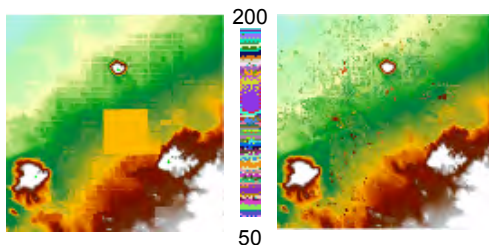


図12 5mグリッドDSMの構築(古代、現代)

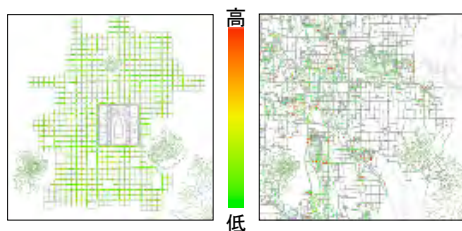


図13 山岳視域率(古代、現代)

#### ② 山容景観シミュレーション

古代と現代の山容景観を把握するために、3次元都市モデルの構築を行った。古代都市モデルについては、復元模型図面を参考に、宮内の大極殿をはじめ内裏正殿や朝堂院、さらに京内の住宅民家と大垣を含むモデル作成を行った。建物モデルは伝統的建築の屋根形状を考慮し反りなどを表現している。

現代都市モデルは、DMデータの建物ポリゴンを活用し、GISにより建物モデルを自動生成している。数値地図50mメッシュ(標高)とDMデータを活用することで、詳細なモデリングを行った大和三山モデルを含む周辺地形モデルを作成した(図14)。さらにオルソ画像をマッピングすることでリアリティのある3次元都市モデルを構築した(図15)。構築した3次元都市モデルを活用し、古代と現代との山容景観の対比を行った(図16)。

これらのモデルを用いて史実などから過去の歴史環境を読み解くことで、山容景観の見え方と見方の考察を行うことができ、景観の変遷過程の一端を垣間見ることができた。すなわち、見え方の特性を明らかにするとともに、見方についてもタイプ別に分類することができ、山容景観を捉えるための指標を見出すことに繋がった。

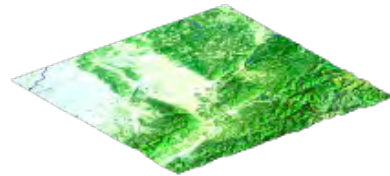


図14 地形モデル



図15 藤原京の復元



図16 山容景観シミュレーション(国見山型)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計10件)

- ① 石橋一真、吉川 眞、田中一成、古都・奈良における山容景観の変遷と対比、土木学会景観・デザイン研究講演集、査読なし、No. 4、2008、208-211
- ② 塩田定俊、吉川 眞、田中一成、枚方宿における歴史的街並みの変遷、土木学会景観・デザイン研究講演集、査読なし、No. 4、2008、251-254
- ③ 塩田定俊、吉川 眞、田中一成、空間情報技術を活用した枚方宿の変遷景観、地理情報システム学会講演論文集、査読なし、17巻、2008、37-40
- ④ 石橋一真、吉川 眞、田中一成、地理情報システム学会講演論文集、査読なし、17巻、2008、121-124
- ⑤ 塩田定俊、吉川 眞、田中一成、伝統的街並みの変遷、日本都市計画学会関西支部研究発表会講演概要集、査読なし、6巻、2008、5-8
- ⑥ 吉川 眞、デジタル高槻城、第2回文化遺産のデジタルドキュメンテーションと利活用に関するワークショップ予稿集、査読なし、2008、82-87
- ⑦ 吉川 眞、デジタルシティとVR、都市計画、査読なし、56巻6号、2007、47-50
- ⑧ Shin YOSHIKAWA, Restoration of the Takatsuki Castle, Proc. of 10<sup>th</sup> Intl. Conf. on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM2007), 査読あり、2007、W1-88 (CD-ROM)
- ⑨ 近藤大地、吉川 眞、田中一成、空間情報技術の活用による歴史的景観の復元、土木学会景観・デザイン研究講演集、査読なし、No. 2、2006、278-283
- ⑩ 吉川 眞、空間情報デザインをめざして、空間情報シンポジウム 2006、査読なし、2006、269-281

〔学会発表〕(計3件)

- ① 清水智弘、吉川 眞、田中一成、屋外広告物による視覚的影響の分析、土木学会第63回年次学術講演会、2008. 9. 12、東北大学
- ② 中上竜一、大部美菜、吉川 眞、田中一成、形態・素材・色彩から見る街路景観の変遷、土木学会関西支部年次学術講演会、2008. 5. 24、近畿大学
- ③ 山村 剛、吉川 眞、田中一成、街路空間の色彩分析、土木学会第62回年次学術講演会、2007. 9. 14、広島大学

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.oit.ac.jp/civil/~design/>

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉川 眞 (YOSHIKAWA SHIN)  
大阪工業大学・工学部・教授  
研究者番号：80116128

(2) 研究分担者

田中 一成 (TANAKA KAZUNARI)  
大阪工業大学・工学部・准教授  
研究者番号：10330789

(3) 連携研究者

該当なし