

# GISによる奈良町の3次元景観モデル

碓井 照子

- I. はじめに
- II. 景観法の成立と歴史的景観の保存
- III. 奈良町の歴史的範囲とジオレファレンス
- IV. 1961年オルソ画像と3次元景観モデル
- V. 3次元レーザー計測による3次元町並み景観モデル
- VI. まとめ

## I. はじめに

2004年6月に交付され、2005年6月に施行された景観法（平成16年法律第110号）は、国土の良好な景観の保存と形成を目的としたものであるが、景観の保存と形成に関しては、住民のコンセンサスを必要とし、地域で持続的に景観保存に取り組み、良好な景観形成のための住民の普段の活動を重視している。その中で、歴史的景観はその保存において難しい問題を抱えている。それは、保存すべき歴史的景観の範囲をいかに決めるかという問題であり、歴史的には重要でも、住民がその必要性を意識しない場合には、保存区域から除外されることもあるからである。歴史地理学者の社会的使命として、歴史的に価値の高い景観に関して、住民への認知と保存への動機付けという住民のコンセンサス形成過程に深く関わらなければならない。本研究の目的は、奈良町において歴史的景観の範囲をGISで地図化し、歴史的景観の2種類の3次元景観モデル化を通して、歴史的景観保存に

関する住民のコンセンサス形成に歴史地理的手法とGIS導入の有用性、可能性について明確にすることである。

## II. 景観法の成立と歴史的景観の保存

歴史的景観の保存は、1892年に英国で「歴史的記念物法」が制定されたことから始まり、日本では、1966年に「古都における歴史的風土の保存に関する特別措置法」（昭和41年法律1号・国土交通省所管）と1975年の「文化財保護法」（昭和25年法律214号・文部科学省所管）の改正により、伝統的建造物群保存地区の制度が発足し歴史的な集落・町並みの保存が図られるようになった。市町村が条例等により制定した伝統的建造物群保存地区の中から国が重要伝統的建造物群保存地区を選定し保存事業（管理、修理、修景）への財政的援助をするものである。さらに2004年6月に文化財保護法が改正され、2005年4月から施行された。建造物だけでなく自然も含む棚田や里山などの人と自然とのかかわりの中で形成されてきた文化景観や、生活や生産に関する用具、用品等の製作技術など地域で伝承されてきた民俗技術も新たに保護の対象となり、建造物以外の有形の文化財にも登録制度が拡張されるようになった<sup>1)</sup>。

2005年から施行された景観法は、文化庁の文化財行政のもとに実施される文化財保護の視点とはことなり、国土交通省の都市、農山漁村の景観計画に依拠した法律であり、文化

財保存行政とは法律の目的が異なっている。景観法では、都市、農山漁村等における良好な景観の形成を図るため、良好な景観の形成に関する基本理念及び国等の責務が定められている。これは、景観計画の策定、景観計画区域、景観地区等における良好な景観の形成のための規制であり、景観整備機構による支援等景観についての総合的な法律である。したがって景観の価値に関する住民の認知が必要であり住民のコンセンサスによる法律の施行が重視されている<sup>2)</sup>。

歴史的景観の場合、文化財保存の視点と住民による景観の価値の認知という景観法の視点の両方が必要となり、歴史的景観の保存だけでなく、住民による良好な景観の持続的な形成をいかに実現するかが研究課題になる。そのためには、住民が地域の歴史や古地図に親しむ環境が必要といえる。歴史地理学では、主に古地図や古文書を中心に歴史的領域や景観を復元する研究も多い。しかし、それらの研究成果が一部を除いて町並み保存や歴史的景観修復などに積極的に活用されてこなかったという問題点を抱えている。住民に分かりやすい方法で歴史的景観の範囲を明確にし、歴史的景観を視覚化することにより歴史的景観に対する住民の認知を高める必要がある。

### Ⅲ. 奈良町の歴史的範囲とジオリファレンス

奈良町の歴史を知る資料としては、主に「奈良晒」（貞享4年:1687年）と村井古道編による「奈良坊目拙解」（享保15年:1730、以下「拙解」と略す）があり、奈良町の成立や町名の由来が記載されている。また、奈良町の町名と木戸の位置が記された「奈良町絵図」（保井文庫、徳田本）は、18世紀末から19世紀前半の絵図で、「拙解」の町の記載と奈良町絵図を参考にすると16世紀から19世紀の奈良町の範囲が推定可能である。奈良町の中世と近世の範囲に関しては、奈良市町並建

造物群調査保全協議会の研究（1983）があり、奈良町の拡大過程が地図化されている<sup>3)</sup>。これによると中世の奈良町（享禄2年:1529年）の範囲は、興福寺と元興寺を取り囲む一帯で、近世奈良町の半分ぐらいの面積であったと推定される。また「拙解」では、天文年間（1532-1555）に町屋の記載があり、天文元年の一向一揆に伴う南都回録以後町屋が南市町から旧元興寺境内周辺で発達している。永禄から天正年間（1558-1592）に中世の町屋が元興寺周辺に連立したと考えられる。

また、奈良町奉行の支配下に入り、町政支配体制が確立された17世紀ころには、町つぎの村を地方町として編入されている事実もある。特に寛永年間（1624-1644）には、中世の奈良町外延部・南西部と南東部に町屋が拡大し、天領奈良奉行支配も確立されて町政の安定した時代であった。1687年の「奈良晒」には、貞享年間（1684-1688）に興福寺の北部地域にまで町屋地域が飛地的に拡大していることが記されており、近世の早い時期に前述した「奈良町絵図」の町屋地域が完成し、1730年に村井古道が「拙解」で奈良町の成立や町の由来を記したのである。

明治期の地図としては、1896年に刊行された奈良町実測図がある。奈良町絵図をスキャンし近世の奈良町の範囲と明治初期の奈良町との比較をおこなった<sup>4)</sup>。そのため、現在の数値地図2500<sup>5)</sup>にジオリファレンスした1896年の奈良町実測図をベクトル化し、このベクトル地図<sup>6)</sup>をベースにして、近世の奈良町絵図をジオリファレンスした。ジオリファレンスとは、GISで画像に位置情報を与えることをいいGCP（Ground Control Point）と呼ばれる位置参照点を指定して、ラバーシーティング法によりあたかもゴムを伸ばすかのように画像の幾何補正をすることである。位置参照点は、中世から明治まで位置が固定したであろうと思われる場所が必要になるが、奈良町

の道路は、平城京の条坊に規定されており、奈良町の街区の一片の多くは、130m かその倍数で、街区割が歴史的に継続されている。また、奈良町絵図によると近世奈良町の外延部には、池があり、1896年の奈良町実測図でも町の外延部に池が見られる。池の形状は絵地図の場合、正確ではないが、道との相対的な位置関係をジオリファレンスに使用した。また、現在の奈良町の状況は、高解像度衛星画像を使用した<sup>7)</sup>。

その結果、図1に丸印で示したように奈良町北端の奈良口にあたる街村部分は、18世紀末の奈良町絵図にはなく、今在家町が最北端であった。それ以外の範囲は、西端の油阪池付近、南端の京終地方町、東端の丹坂町は一致していた。しかし、東大寺の建物形状や位

置などは丘陵部にあるため、位置精度は悪かった。18世紀末の江戸時代の奈良町の範囲と明治初期の奈良町の範囲は殆ど変わらず、「拙解」に記載された奈良町の範囲の外郭線は、拡大していない。したがって奈良町絵図が書かれてから約100年で北端の奈良口周辺に町屋が建ち、1896年の奈良町実測図は、江戸時代末の奈良町範囲を示していると考えてよい。

図2に示したように奈良市住民が奈良町と意識している範囲を書籍<sup>8)</sup>やNPO政策研究所<sup>9)</sup>の調査地域から地図化すると歴史的景観保全区域としての狭義の奈良町に近い。元興寺界限を指す非常に狭い地域およびその周辺のみであり、住民により奈良町の歴史的領域に関する正確な認知は形成されていない。こ

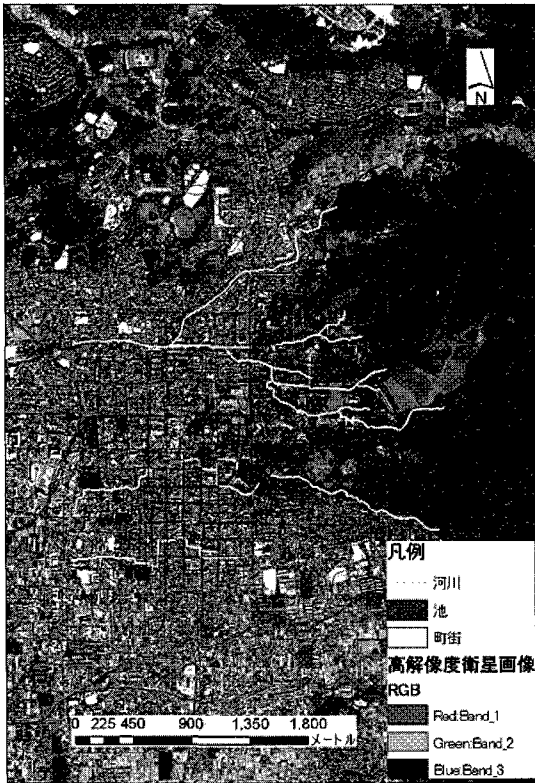


図1 1896年奈良町実測図による奈良町の範囲と高解像度衛星画像（2002年）

注：左図の線は、奈良町実測図の道路

### 奈良町絵図(18世紀末)の奈良町除外地域



### 1896年の奈良町の範囲

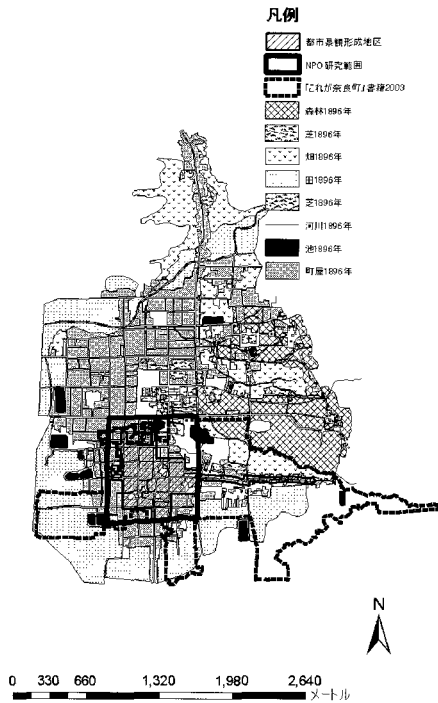


図2 住民が意識する奈良町の範囲の相違  
(ベースマップは、1896年の奈良町)

のように古地図を現在の地形図にジオリファレンスすることは GIS により可能であり、現在と過去との関係を比較することができる。住民の歴史的範囲の認知を容易にするには、GIS を利用した古地図の有効利用が必要である。

#### IV. 1961年のオルソ画像と3D景観モデル

奈良市の3D地形モデル作成に TIN (Triangulated Irregular Network: 不規則三角形網) を使用したが、そのため1961年撮影の空中写真を利用して DEM (Digital Elevation Model: 数値標高モデル) を作成した。空中写真は、中心投影法で撮影されており写真の周辺が歪んでいるため、正射投影法によるオルソ画像化の処理が必要である。独立行政法人奈良文化財研究所が1961年にモノクロ撮影した空中写真のディープフィルム186枚 (1/5000) を数値化解像度 10 $\mu$  でtiff画像にス

キャンニングした。GCP として、1961年に奈良文化財研究所が空中三角測量で作成した 1/1000 の地形図に含まれる基準点、等高線との関係で位置が数値として把握可能な地点などを利用した。デジタルフォトグラメトリー SOCET SET v4.3.1 で画像のステレオマッチング<sup>10)</sup> を行い、50m メッシュの交点の標高値と水平位置座標 (平面直角座標値: 原点からのm 距離) を取得しDEMを作成した。地上解像度は、12.5cm である。

1896年奈良町実測図の地類記号から作成した2次元のデジタル土地利用図 (1896年) をこの3D地形モデルに重ね、図3に示した1896年の奈良町景観モデルを作成した。江戸時代の町屋地域は、扇状地の末端の湧水地域を避け、扇頂から扇中央にかけて発達していることがわかる。また、IKOMOS の衛星画像は現在の土地利用を示しており、1896年以降、水田や畑地における都市化がすすみ連坦した市街地が形成されたことがわかる。かつての池は大半が埋設され、ビルや木造家屋が建設されているのである。さらにこの3次元景観モデルに活断層を重ねると (図4) 奈良町を活断層が縦断している<sup>11)</sup>。特に、かつての池の埋立地では、地盤が軟弱であるため、地震による建物倒壊の危険度が高い。3次元景観モデルに様々な情報を重ねることにより住民への地域理解を深めることが可能である。

しかし、この3D景観モデルは地形のみ3次元で建物などは2次元のままである。建物を3次元化するため、1961年の2枚のオルソ画像からステレオマッチングにより建物の高さを読み、図4に示したような奈良町の一部について建物の3D景観モデルを作成した。ここでは、建物の敷地形状のベクトル化 (ポリゴン) とその高さを建物属性として GIS で立ち上げの処理を行い、建物レベルの奈良町3D景観モデル (建物) を作成している。しかし、今回は、建物形状別のポリゴンに高

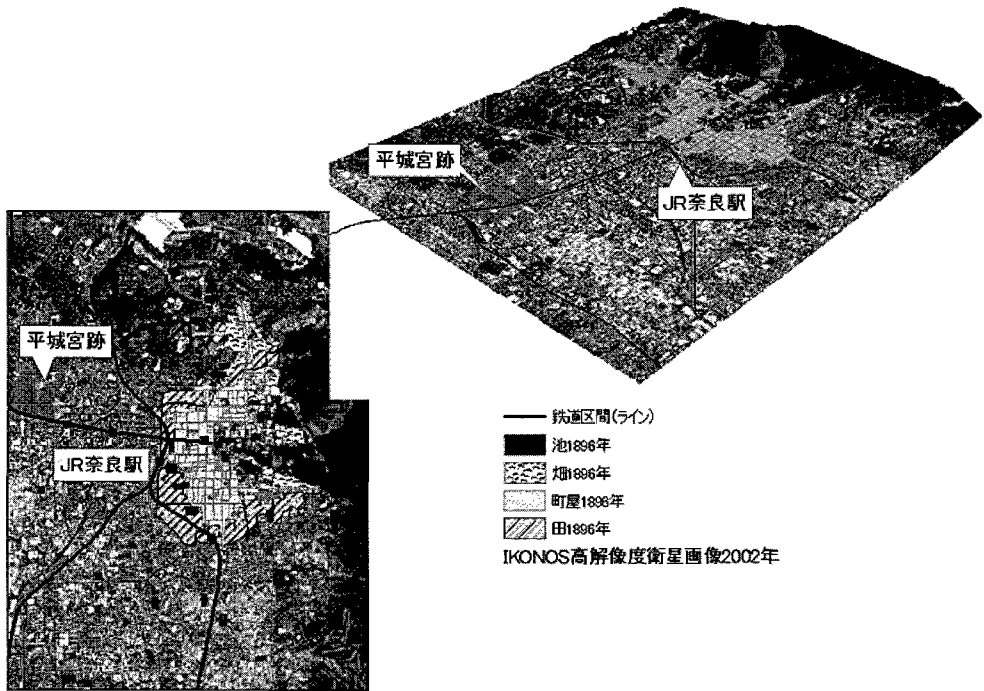


図3 3次元景観モデル  
(2002年のオルソ画像と1896年奈良町実測図の重ね合わせ)

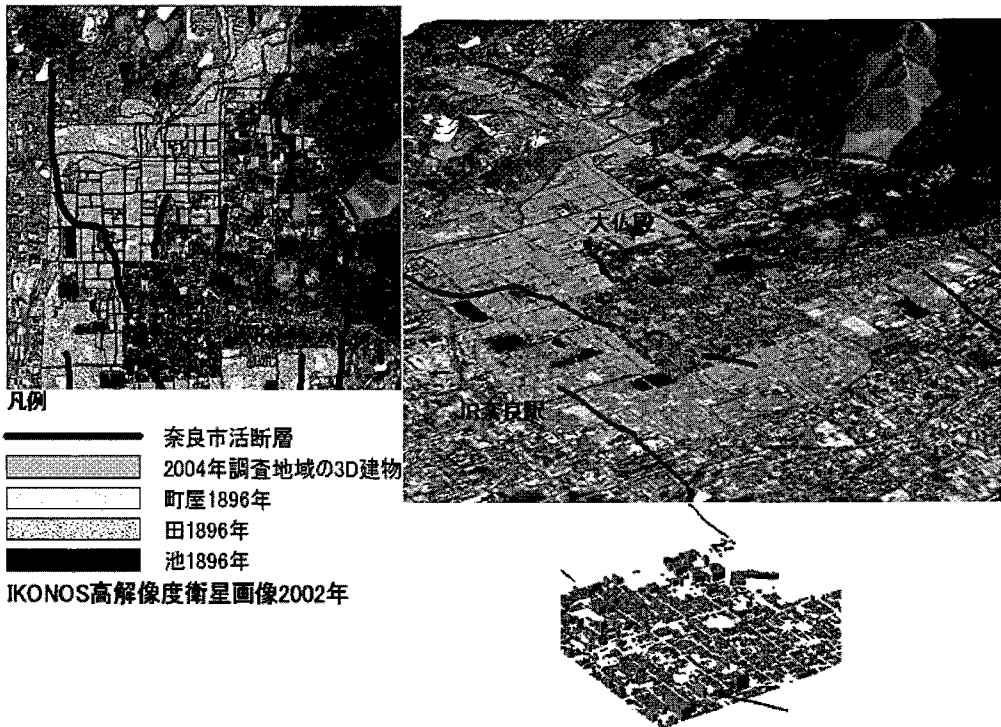


図4 3次元景観モデルと活断層

さ情報を持たせ、立ち上げの処理をただけであり、屋根の形状や建物側面の状態（建物側面の形状）は考慮していない。住民への歴史的景観認知のためには、できるだけ臨場感のある3D景観モデルが必要である。過去の空中写真とGCPになりうる位置参照点情報（紙地図でもよい）と建物側面の外観写真などがあるとGISにより1/2500レベルから1/500レベル程度の3D景観復元は容易である。このように3D GISで古地図や地形図、空中写真を利用することにより、歴史的景観を眺望でき、住民の地域理解を深めることが可能になる。

#### V. 3次元レーザー計測による3次元町並み景観モデル

歴史的町並みのデジタル保存を正確に行うには、地上レーザースキャナーを使用した3次元計測が必要である。奈良町の3次元計測地点は、図5に示した。使用した3次元スキャナーは、ライカジオシステム社のHDS2500（CYRAX2500）で、精度は距離±4mm、スキャン分解能は0.25mm、レーザーの到達最大距離は50mである。同時にCCDカメラでRGB情報を取得した。スキャンされた点群データは、距離データ（レンジデー

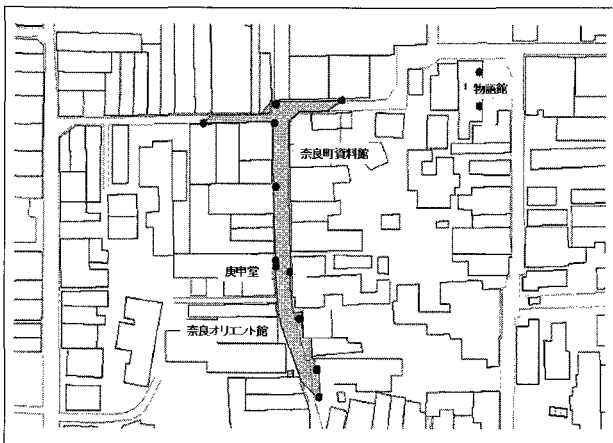


図5 奈良町における3次元計測地点

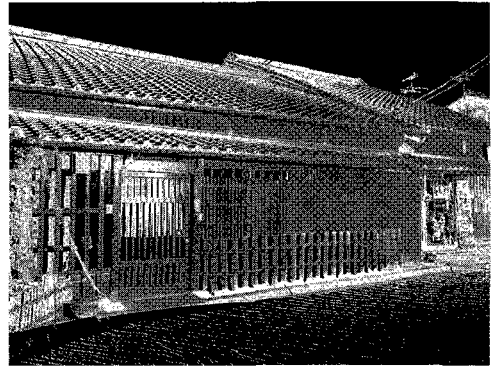


図6 3次元計測された建物のレンジ画像

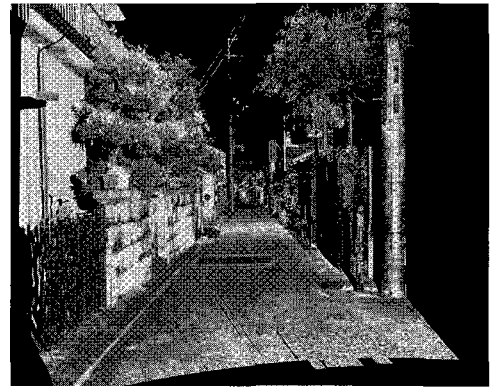


図7 3次元計測された町並み景観のレンジ画像

タ）であるが、領域分割により点数を減少させ、位置あわせをして作成した3次元モデルが図6、図7である。この3次元モデルにRGBデータでテクスチャマッピングし自然的な配色で表現した。3次元景観モデルは、位置精度4mmの高精度なものであり、たとえ、地震で建物が倒壊し、町並み景観が破壊されてもデジタル保存され、柱の長さや間口の大きさなどの計測は可能になる。

3次元景観モデルの作成には、オルソ画像や高解像度衛星画像を利用してDEMを作成し、TINモデルなどから作成する3次元モデル化手法と3次元レーザースキャナーを利用した3次元計測（点群データ）からモデル化する手法の2種類がある。前者を画像ペー

ス 3D モデル化法 (Image based 3D model), 後者を幾何ベース 3D モデル化法 (Geometric based 3D model) と呼ぶ場合もあるが, この 2 種類の手法は位置精度と空間的範囲に差異があり, 目的に応じて選択する必要がある。デジタル保存として見取り図や平面図, 側面図を作成する場合には, 後者が適当であるが, 住民への景観保存などについて認知を高めるには, 前者のほうが簡単であり費用もかからない。奈良町では, 都市計画道路杉ヶ町高畑線の建設にともない1981年から1985年<sup>12)</sup>にかけて町並み調査が実施され, 報告書が出版されている。この報告書には, 消失する建物立面の連続写真や歴史的に貴重な町屋の間取り図や室内写真が掲載されているが, これらの資料からすでに道路建設で消失した町並みを完全に 3 次元復元することは難しい。このように開発により景観が消失する場合には, 3 次元計測によるモデル化は有効である。

## VI. まとめ

歴史地理学において, 古地図を基図として歴史的領域を復元する研究は多い。GIS を利用することにより歴史地理研究成果を景観保存に関する住民のコンセンサス形成に活かすことが可能である。本研究では, 江戸時代の奈良町絵図や1896年の奈良町実測図, 現在の数値地図2500, 1961年の空中写真から作成したオルソ画像, 高解像度衛星画像 IKONOS などを利用して GIS でジオリファレンス (位置あわせ) し, 奈良町の歴史的領域をオーバーレイした。

また, 近年の 3 次元計測技術の進歩により, 地上レーザースキャナーを利用して 4mm 精度の高精細な 3 次元景観モデルを作成した。しかし, この手法は点群データの容量が大きく, 街路などの狭い領域にのみ適している。このように本稿で利用した 2 種類の 3 次元景観モデル作成法は, それぞれ特性を有しており,

空間的範囲や位置精度の相違から区別して使用するのがよい。

古地図を利用したオルソ画像ベースの 3 次元モデル化手法は, 3 次元レーザースキャナーによる方法よりも位置精度は悪いが, 広範囲での 3 次元モデルが GIS で容易に作成でき, 費用もかからない。住民への 3 次元景観プレゼンテーションを実施するにはこの方法が優れているといえる。

奈良町の領域は, 歴史地理学的には, 1896年の奈良町実測図の範囲であるが, 住民の認知している奈良町の範囲は, 奈良市が制定した元興寺周辺の都市形成景観地区に類似しており, 歴史的な奈良町の範囲よりは極端に狭い。景観法では, 住民による良好な景観の保存と形成を重視しており, 歴史的景観を保存する場合には, 住民が歴史地理的知識を有する必要がある。住民の景観保存の意識を高めるためには, GIS により古地図を有効に利用して地域の歴史地理に関する認知を高めることが必要である。

GIS は, 現在, 空間解析システムから地理情報科学に発展し, すべての学問のプラットフォームとしてのデジタル地理空間を提供している。地理学における地誌的方法論は, GIS にも取り入れられ, 社会情報基盤という考え方に影響を与えた<sup>13)</sup>。歴史的な社会情報基盤も必要であり, GIS と歴史地理学との連携が求められている。

(奈良大学)

## 〔注〕

- 1) 宮本雅明 「IV 景観まちづくりの新しい視座と展望 ②歴史的景観の保存と景観法」建築雑誌, 152号, 日本建築学会, 2005. 30~31 頁。
- 2) 国土交通省「景観法案について」[http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/04/040209\\_2\\_.html](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/04/040209_2_.html), 2005.
- 3) 奈良市町並建造物群調査保全協議会 「奈良町 I 昭和57年度伝統的建造物群保存対策

- 調査報告書』、奈良県教育委員会、1983、8～12頁。
- 4) この研究は、デジタルシルクロードプロジェクトとして碓井ゼミで実施されたものである。プロジェクトメンバーは奈良大学の碓井照子、高瀬啓司、松原光也、羽田康祐、三好達也、大渡 徹、中井 歩で、(株)ビッグ測量(小峰智康、酒井 正)、(株)かんこう(清水啓二、山内 健)の協力を得た。
  - 5) 国土地理院刊行のベクトル地図、縮尺は1/2500。
  - 6) ベクトル地図とは、点、線、面などの形状と位置が座標値で表現された地図。
  - 7) IKONOS 社の高解像度衛星画像、空間解像度は、1mである。
  - 8) 奈良町資料館編集部『これが奈良まち』、関西印刷株式会社、2003、149頁。
  - 9) NPO政策研究所・財団法人奈良まちづくりセンター・奈良町コミュニティ研究所『コミュニティ総合研究～奈良町・コミュニティ総合政策の第1次研究～』、NPO政策研究所、1998、1-63頁
  - 10) ステレオマッチング法とは、2枚1組の画像を用いて、左のカメラで撮影された画像が、右のカメラで撮影された画像のどの部分に対応するかを求め、その対応関係をもとに三角測量により、各点の3次元的位置を推測する方法。
  - 11) 中田 高・今泉俊文編、『活断層詳細デジタルマップ』、東京大学出版会、2002、CDROM版
  - 12) 奈良市町並建造物群調査保全協議会『奈良町 都市計画道路杉ヶ町高畑線の工事に伴う町並み調査』、奈良市町並建造物群専門調査会、1982、1～31頁。  
奈良市町並建造物群調査保全協議会『奈良町Ⅱ 昭和58年度伝統的建造物群保存対策調査報告書』奈良市教育委員会、1984、1～14頁。同『奈良町Ⅲ 昭和59年度伝統的建造物群保存対策調査報告書』同、1985、1～11頁。同『奈良町Ⅳ 昭和60年度伝統的建造物群保存対策調査報告書』同、1986、1～7頁。同『奈良町Ⅴ 昭和61年度伝統的建造物群保存対策調査報告書』同、1987、1～21頁。
  - 13) 碓井照子「GIS 革命と地理学 ― オブジェクト指向 GIS と地誌学的方法論 ―」、地理学評論、76-10、2003、687～702頁。