

小諸城の建造物と地形の3次元モデル構築

望月宏祐 田中法博

長野大学企業情報学部

1. はじめに

本研究は、既に多くの建造物が取り壊され失われてしまった長野県小諸市の小諸城を3DCGとして復元することを目的とする。小諸城は1554年に築城され、現在は膨大な資料（古文書）や建材が残されている全国でも珍しい古城である[1]。しかし、それらの情報は断片化され統一した情報として扱われていない。そこで本稿では、現代の小諸城址の象徴的な存在である石垣と天然の地形を利用して要塞化した「穴城」と呼ばれる地形的な特徴を3次元モデルとして復元し構築する。

本稿では3つの情報を獲得し、それらを1つのCGとして統合する。まず、石垣全面を測量用のドローンと設置型の3次元レーザー計測機により計測して、石垣の3次元モデルを構築する。2つ目は江戸期に作成された小諸城周辺地形の地図と平成から令和にかけて精密測量した小諸城周辺地域の地形情報から城下町から本丸周辺までの3次元モデルを構築し「穴城」の特徴をCG復元する。さらに各城郭の情報は古文書の絵図面から復元する。最後に、小諸城周辺を含めた全体の情報を3DCG化する。

2. 小諸城の石垣の復元と地形の復元

石垣は城郭を構成する重要な存在となっているが、その石垣のつくりは当時の高度な建築技術が用いられており、その情報の保存は重要となっている。そこで、現在の小諸城址内に残る石垣を高精度な3次元レーザー計測に基づいて3次元モデルとしてデジタル化する。この3次元レーザー計測には2つの機材を用いる[3]。一つ目の機材としては空中からの計測に対応するため、ドローンであるPRODRONE社のPD-6BLを用いる。このドローンにレーザー計測器であるRIEGL社のVUX-1UAVを搭載したものをを用いる。このレーザー計測器の計測精度は10mmである。二つ目の機材としてRIEGL社のVZ-1000を用いる。このレーザー計測器の計測精度は8mmであ

る。図1は石垣周辺の天守台周辺の石垣の計測結果から得られた3次元モデルである。

また、小諸城は城下町よりも標高が低い位置に存在するという稀な特徴を持つ城となっている。江戸期に作成された小諸城周辺の地図が現在も多数現存していることから、それらと平成から令和にかけて測量された地形情報を比較して3次元モデルを構築する。標高は現在の地形の測量値を用いる。図2は、平成に作成された小諸城と城下町周辺の地図情報[2]と、構築した3次元モデルを重ねた様子を示している。ここで黒い太線が本研究で構築した3次元モデルである。

石垣や地形の計測情報は江戸期と比較し形状が変形している可能性もあるため、当時の状態を推定する手法は別途提案する必要がある。



図1. 天守台周辺の石垣の計測結果

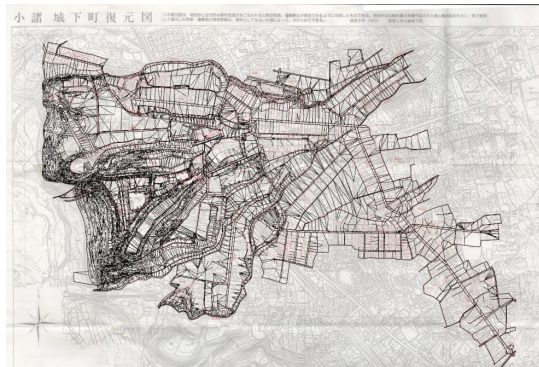


図2. 小諸城と城下町周辺の地図情報と構築した地形の3次元モデルを重ねた様子

3. 建造物の復元

小諸城の建造物は、現在その多くが既に失われているが、大手門と三の門のほか、移築され城下町に存在する足柄門、黒門などが存在する。

Construction of the 3D model of Komoro Castle's buildings and terrain

Mochizuki Kosuke, Tanaka Norihiro
Nagano University

しかし、いずれの建造物においてもこれまでに修復または改築が行われている。また、小諸城は 110 点以上に及ぶ古文書が現存しており、これらに示されている各建造物の寸法、材質情報に基づいてモデリングし、3DCG 復元を試みる。図 3 は 1753 年に石倉芳隣によって描かれた小諸城二の丸正面を示す立面図である。二の丸のように、既に存在しない建造物の材質情報は、現在も江戸期の材質が 90%以上使われているとされる大手門を画像計測して得られた画像テクスチャ情報を用いて復元する。

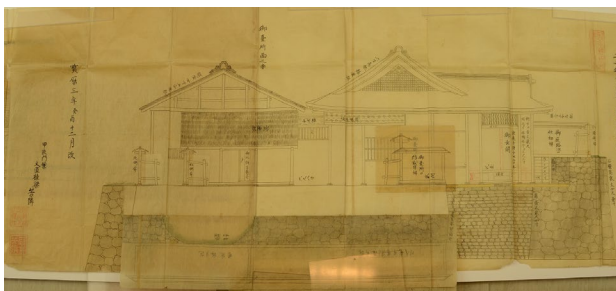


図 3. 小諸城二の丸古文書 (1753 年 石倉芳隣作, 小諸市教育委員会提供)

4. 計測情報と建造物の情報の統合

本研究では、計測した石垣等の 3 次元モデルと構築した地形情報、建造物の情報を統合して小諸城を復元する。図 4 は天守台周辺を 3DCG 復元した結果である。小諸城の天守閣は 1626 年に落雷により消失したと伝えられており、古文書に天守閣の寸法などといった情報が残されていないことから、復元ができていない。図 5 は小諸城本丸周辺を南向きから 3DCG 復元した結果である。この結果から本丸は深い崖に覆われていることがわかる。図 6 は古文書の絵図面と計測情報から 3DCG 復元した二の丸周辺である。



図 4 天守台と小諸城本丸の復元結果

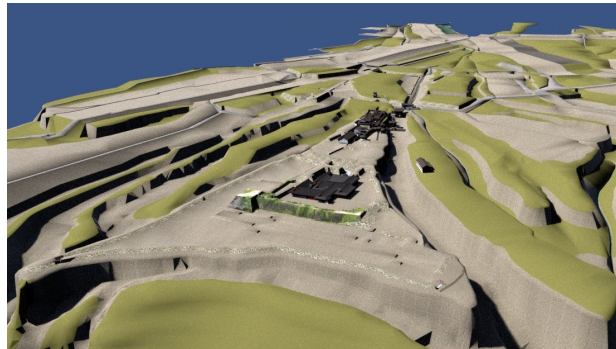


図 5. 小諸城本丸を中心とした周辺の地形の 3DCG 復元結果

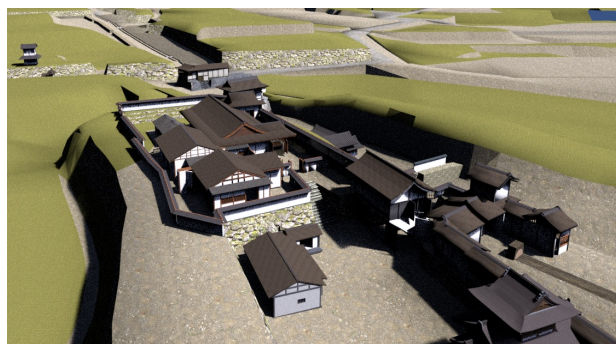


図 6. 二の丸周辺の 3DCG 復元結果

5. まとめ

本研究では、小諸城を含めた周辺の地形と建造物を 3DCG で復元する手法を提案した。ここでは、小諸城の古文書や地図情報を調査し、さらに、3 次元レーザー計測器によって得られた石垣の 3 次元モデル、古文書に基づいた建造物のモデリング情報といった複数の情報を統合して小諸城の復元をした。

謝辞

本研究を遂行するにあたって、小諸市の牧野和人氏に全面的にご協力をいただき、小諸市教育委員会からは小諸城の古文書と計測データの提供をいただきました。みすず総合コンサルタント株式会社様には 3 次元レーザー計測にご協力をいただきました。ここに深謝いたします。

参考文献

- [1]小諸市誌編纂委員会, “小諸城城郭絵図”, 小諸市教育委員会, 1992.
- [2]小諸市誌編纂委員会, “小諸市誌 歴史篇 (三) 近世史”, 小諸市教育委員会, 1991.
- [3]小井土和宏 望月宏祐 田中法博, “小諸城周辺の地形情報の 3DCG 復元”, 日本色彩学会画像色彩研究会研究発表会, pp5-9, 2018.