

## H30地域協働研究（ステージⅠ）

### H30- I -17 「史跡・名勝等のデジタルアーカイブ技術の確立と自動図面作成」

課題提案者：株式会社TOKU/PCM

研究代表者：ソフトウェア情報学部 土井章男

研究チーム員：榊原健二・細川智徳（株式会社TOKU/PCM）、原田昌大氏（(株)タックエンジニアリング）  
高志毅（岩手県立大学）

#### <要旨>

本研究では、盛岡市にある「南昌荘」、「旧南部氏別邸庭園」に対して、上空からのドローンによる高解像度カメラ撮影と地上からのレーザ計測を行い、座標情報と色情報を有した点群データを取得する。双方の点群データはGNSSで計測した複数マーカー群を用いて座標補正する。次にこれらの点群データから土木・建築で使用される図面データを作成する。点群データから図面データを生成するために、点群データのノイズ除去などのフィルタリング、図面上への点群データの投影、点群データから角や頂点などの特徴点を抽出して、線分への変換を行う。

#### 1 研究の概要（背景・目的等）

盛岡市内に所在する文化財庭園を対象に、3Dレーザ計測装置とドローンからの写真画像群を用いて、詳細でかつ迅速に計測できる記録図化技術を確立する。得られた詳細情報は対象文化財の適切な保存管理計画の策定に用いられる。また、対象の価値を市民県民へ周知するため、成果を活用する方策を確立する。その技術と成果を発信することで、地域の歴史文化の魅力向上と、先端技術の融合を周知する。その上で、この技術を、広く我が国の文化財（名勝庭園や遺跡、建造物など）の保存管理や活用にも有効なものとしてPRし、文化財保護に寄与するものとする。今回は、いわて生協所有の国登録記念物（名勝）「旧南部氏別邸庭園」を対象に研究を実施した。

#### 2 研究の内容（方法・経過等）

3D計測装置を活用した文化財庭園や史跡のデジタル記録保存は、従来の手作業による実測図化図面に比べて、少人数で迅速に3D情報を獲得可能なため、多くの活用法が想定される。また、従来の方法よりも迅速かつ安価、そして正確な記録保存ができる点は、今後、極めて有効な文化財保存管理方式の一つとなり得る。しかしながら、文化財保護のための図化については、技術が未成熟であり、効率よく図化を行う必要がある。そこで、我々は3D計測技術（3Dスキャナ、ドローン、高解像度カメラ）で得られた点群データから、文化財保護に必要とされる効率的な図化方式を提案する。対象とする盛岡市の文化財庭園は南昌荘と旧南部氏別邸である。

平成28年度は国登録記念物「南昌荘庭園」、同29年度は国登録記念物「旧南部氏別邸庭園（市中央公民館庭園）」の3D計測を試みた。3Dレーザ計測装置を用いて庭園の点群データを取得し、同時にドローンによる空撮で庭園上空からカメラ撮影やビデオ撮影を行った（これらの作業は、デジタルアーカイブと呼ばれる）[1, 2]。

写真画像からの点群データ生成はBentleySystems社ContextCaptureを使用した。地上からの3D計測にはFARO社の3Dレーザ計測装置（FARO 120）を使用した。GNSS(Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星シ

ステム)を用いて、Faro 120で計測された点群データはそれぞれの評定点を用いて、緯度経度座標系に変換される。

Autodesk社のRevitを用いて点群データを編集した後、3DCAD（3D Computer Aided Design）モデル（点、線、面情報で構成された3Dモデル）を対話的に作成した。さらに本モデルに対して、リアリスティックな色や反射属性、模様などの属性情報を付加したVR（Virtual Reality）モデルを作成した。VRモデルは、リアルタイムな写実的表示が重要であり、従来の写真表示ではなく、ネット上から庭園散策、遠方や違った視点からの庭園鑑賞、庭園の見どころや鑑賞方法などの解説追加、など従来とは異なる活用方法が期待できる。また、タイルディスプレイやヘッドマウントモニターでの映像表示を行うことで、専門家の指導によるバーチャルな庭園鑑賞会などが可能となる。

#### 3 これまで得られた研究の成果

##### 3.1 ドローン、レーザ計測による地点測量

宮古市「田老地区」・「鉄ヶ崎地区」・「三王岩」に対して、上空からのドローンによる高解像度カメラ撮影と地上からのレーザ計測を行った。地上からのレーザ計測が使えない箇所は、高解像度で得られた複数のカメラ画像からStructure from Motion (SfM) 技術を利用して生成した。

使用した3次元形状復元ソフトウェアはBentleySystems社ContextCaptureである。本ソフトウェアは、ドローンからの高解像度カメラ画像（撮影画像）を取り込み、キャリブレーションデータを設定後、対応点を探索して、地形の座標値と色情報を持った点群データを作成する。点群データとレーザ計測で得られた測定データは、あらかじめ定められた標定点に合わせて、全体の緯度経度座標系の点群データに統合した。3D計測にはFARO社の3Dレーザ計測装置Focus3D 120とDJI社のドローンS900を利用した。使用した高解像度カメラはソニー製のα6300である。

##### 3.2 旧南部氏別邸の図面生成

旧南部氏別邸（図1）は上空からのドローンによるカメラ撮影と地上からのレーザ計測装置により、庭園及び建物の側

面や内部を計測して、双方の点群データを統合した（図2）。

Autodesk社のRevitを使用して、旧南部氏別邸庭園の点群データを元に池の境界と石の配置の平面図を作成した。

点群データからノイズや草木を除去しながら、地表面の池や石などの境界を対話的に抽出した。各作業は点群データを上空から見た平面図上でやっている（図3）。

草木や落ち葉などで計測が出来ない境界では、点群除去や線分追加を対話的にやっている。図4、図5は石の境界（赤色のワイヤーフレーム）を元の点群データに重畳したが、正確に一致しているのを確認した。本作業では対話処理を含めて旧南部氏別邸全体では数日を要しており、従来の3角測量による計測に比べて、その作業時間を半分以下である。

#### 4 おわりに

3D計測装置を活用した文化財庭園や史跡のデジタル記録保存は、従来の手作業による実測図化図面に比べて、正確な3D情報を有しており、多くの活用法が想定される。従来の方法よりも迅速かつ安価、そして正確な3D情報を有した記録保存ができることが判明していることから、この3D計測装置のデータを用いて記録図化したうえでの保存管理手法は、文化財にとって、新しくかつ極めて有効な保存管理の方法の一つである。また、本研究で得られた保存活用方法を全国にPRすることで、その活用策が広がることが期待できる。

本研究で得られた3Dモデル化手法は巨岩などの自然景観へも適用可能である[3, 4]。今後の取り組みとして、3D計測技術で得られた3Dモデルと観光情報（名所、食事、見どころ、歴史など）とリンクさせることで、より効果的なPRが可能となる。

#### 5 参考文献

- 1) 高志毅、土井章男、榊原健二、原田昌大、細川智徳、今野公顕、“文化財庭園の3Dモデル化と復興加速化への活用”、日本VR学会第32回テレマージョン技術研究会、2017.
- 2) S. Kou, K. Satoh, A. Doi, K. Sakakibara, T. Hosokawa, M. Harada, T. Konno, “3D Modeling of cultural property gardens and utilization for acceleration of disaster reconstruction”, 23rd Int. Symp. of Artificial Life and Robotics, Jan. 18-20, 2018.
- 3) 高志毅、佐藤和輝、土井章男、榊原健二、細川智徳、原田昌大、大棒秀一、“宮古市三王岩の3D計測とモデル化”、平成29年度芸術学会東北支部・大会論文、29-07、2018.
- 4) 高志毅、土井章男、榊原健二、原田昌大、細川智徳、小野寺亮太、“自然景観と文化財庭園の3D計測と3Dプリントモデル構築”、第15回3次元計測フォーラム、2019.

#### 謝辞

本研究は岩手県立大学地域連携研究センターの平成30年度地域協同研究費の研究助成を得ました。ここに謝意を表します。



図1 旧南部氏別邸

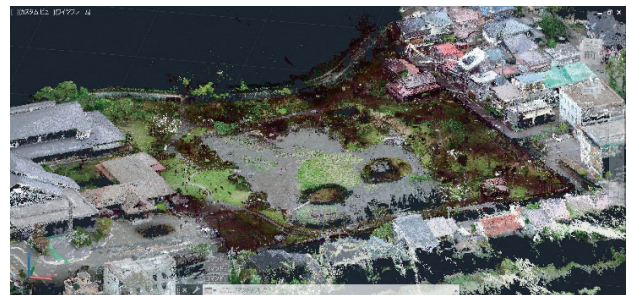


図2 旧南部氏別邸の点群データ



図3 旧南部氏別邸の平面図

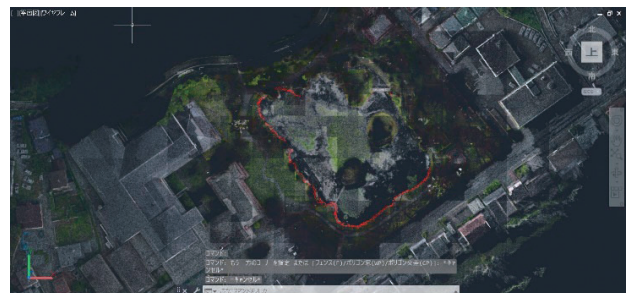


図4 池の周りの石のワイヤーフレーム重畳表示



図5 池の周りの石のワイヤーフレーム重畳表示（拡大）