

群馬県中之条町六合地区における  
三次元レーザースキャナを用いた産業遺産のデジタルアーカイブ化

Establishing the Digital Archive of Industrial Heritages by 3D Laser Scanner  
in Kuni District, Nakanojo Town, Gunma Prefecture

森田 裕一<sup>1</sup>・鈴木 富之<sup>2</sup>・枝 拓未<sup>3</sup>・

岡田 哲明<sup>1</sup>・西野 俊夫<sup>1</sup>・乗田 翔夢<sup>1</sup>

MORITA Yuichi, SUZUKI Tomiyuki, EDA Takumi,  
OKADA Tetsuaki, NISHINO Toshio, NORITA Shomu

<sup>1</sup>大同情報技術株式会社

<sup>2</sup>宇都宮大学地域デザイン科学部准教授

<sup>3</sup>中之条町地域おこし協力隊、宇都宮大学大学院地域創生科学研究科院生



# 群馬県中之条町六合地区における 三次元レーザースキャナを用いた産業遺産のデジタルアーカイブ化

Establishing the Digital Archive of Industrial Heritages by 3D Laser Scanner

in Kuni District, Nakanajo Town, Gunma Prefecture

森田 裕一<sup>1</sup>・鈴木 富之<sup>2</sup>・枝 拓未<sup>3</sup>・

岡田 哲明<sup>1</sup>・西野 俊夫<sup>1</sup>・乗田 翔夢<sup>1</sup>

MORITA Yuichi, SUZUKI Tomiyuki, EDA Takumi,  
OKADA Tetsuaki, NISHINO Toshio, NORITA Shomu

本研究の目的は、群馬県中之条町六合地区を対象として、三次元レーザースキャナを用いた産業遺産のデジタルアーカイブ化の実践方法を紹介し、それらを通じてみえてきたデジタルアーカイブ化に向けた課題と今後の展望について考察することである。2023年、筆者は三次元レーザースキャナを用いて、同地区にある湯本家住宅と旧太子駅の計測を行った。そこから得られた三次元点群データをもとに観光プロモーション動画を作成し、中之条町観光協会公式YouTubeチャンネルで公開した。三次元データを用いたデジタルアーカイブ化の課題として、デジタルカメラやビデオカメラなどで撮影した動画との差別化が図りにくいという問題が生じたことが挙げられる。今後、三次元モデルの操作体験やバーチャル・リアリティ（VR）技術などにより、臨場感があるコンテンツを提供していくほか、三次元モデルの特徴を活かし、設計や補修など幅広い利活用ができるよう共有できる仕組みを構築していくことも重要であろう。

**キーワード**：三次元レーザースキャナ、デジタルアーカイブ、産業遺産、観光プロモーション動画、  
群馬県中之条町六合地区

## I. はじめに

### 1. 研究の背景と目的

2000年代以降、産業遺産や工場見学、工場夜景などの産業観光に注目が集まるようになった（千葉 2011）。なかでも、富岡製糸場や軍艦島などさまざまな産業遺産には、多くの観光客が訪れている。一方で、産業遺産の保存・公開においては、課題も存在する。たとえば、建造物は規模が大きく屋外で保存しなければならないため、日本の高温多湿の気候風土や外海から飛来塩分の影響により、劣化の進行速度が速いことや、人口減少社会の到来や若年層の流出などによって財政が厳しい

<sup>1</sup> 大同情報技術株式会社

<sup>2</sup> 宇都宮大学地域デザイン科学部准教授

<sup>3</sup> 中之条町地域おこし協力隊、宇都宮大学大学院地域創生科学研究科院生

地方自治体では維持管理費の捻出が困難となるケースがあることなどが挙げられる（出水 2017）。また、安全性の問題により、劣化した産業遺産では、観光客の立入禁止区域が存在することもある。

こうした状況下、産業遺産のデジタルアーカイブ化を実行することにより、「現在の姿」を保存したり、観光資源としてデジタルコンテンツを活用したりする例がみられている。デジタルアーカイブ化した資料は、損傷や滅失を恐れることなく利用でき、何回複製しても劣化しないという特徴を持つため、地域の記憶の伝承・活用に適している（橋爪 2022）。とくに、三次元データは、建造物の寸法などを正確に再現でき、さまざまなアングルから建造物を観察することができる。そのため、三次元データをもとに、臨場感があるデジタルコンテンツを制作することが可能であろう。

三次元データの活用による産業遺産のデジタルアーカイブ化の先進事例として、長崎県の軍艦島（端島）が挙げられる。「軍艦島 3D プロジェクト」の記録については、出水（2016, 2017）にまとめられている。これらによると、建物・地形・護岸などの地上では三次元レーザースキャナによる計測を、水中部では水中三次元計測を、海側の護岸や建物屋上部ではドローンによる空撮を行い、それらで得られた画像を組み合わせることで三次元モデルを作成したとされている。また、三次元データは 2015 年に長崎市で開業した「軍艦島デジタルミュージアム」で、デジタルコンテンツとして観光客などに公開されていることについても紹介されている<sup>1)</sup>。

しかしながら、三次元データを活用した産業遺産のデジタルアーカイブ化はまだ新しい取り組みであるため、そのデータの取得方法やデジタルコンテンツの公開方法などはまだ確立しているとはいえない。産業遺産の三次元データを取得する際には、施設の劣化状況や破損状況などに注意しながら、臨機応変に作業を進める必要がある。そのため、産業遺産の三次元データの取得から、コンテンツの公開に至るまでの一連のプロセスを明文化し、広く共有していくことが重要であろう。

そこで、本研究では、群馬県中之条町<sup>くまがた</sup>六合地区を対象として、三次元レーザースキャナを用いた産業遺産のデジタルアーカイブ化の実践方法を紹介し、それらを通じてみてきたデジタルアーカイブ化に向けた課題と今後の展望について考察する。

## 2. 調査対象施設の選定

### 1) 調査対象施設の概要

筆者は、三次元レーザースキャナを用いた三次元データの取得を行う産業遺産として、中之条町六合地区の①湯本家住宅と②旧太子駅<sup>おおし</sup>の 2 施設を選定した（図 1）。

①湯本家住宅は、置屋根形式の切妻屋根妻入で木造 3 階建ての土蔵造りの建物であり、土壁を厚く塗り上げた防火造りとなっている<sup>2)</sup>（写真 1）。1803（享和 3）年の大火で類焼したのち、1806（文化 3）年頃に再建され、1890（明治 30）年に 3 階建てに増築された。旧家の湯本家は木曾義仲の末裔で、戦国時代から江戸初期にかけて子孫が六合地区で繁栄を築いたといわれている。湯本家

は生業として医業を約 90 年、売薬を約 50 年、養蚕を約 50 年営んできた。2 階の北西部に高野長英を匿ったとされる「長英の間」という部屋も存在する。広い地下室も併設され、戦前まで薬用酒「月桂酒」が製造されていた。湯本家住宅がある赤岩集落は国の重要伝統的建造物群保存地区選定されており、湯本家住宅も中之条町指定重要文化財に指定されている。

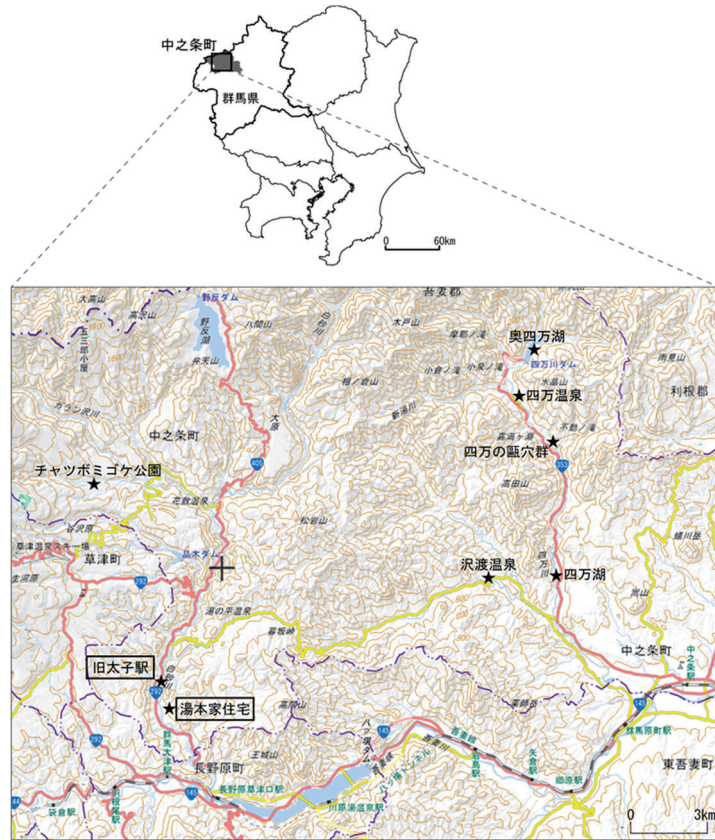


図 1 調査対象地域（地理院地図を加筆修正）



写真 1 湯本家住宅（鈴木撮影）



写真 2 旧太子駅（鈴木撮影）

②旧太子駅は、群馬鉄山（現・チャツボミゴケ公園）で露天掘りした鉄鉱石を輸送するために、1945年1月に開業した専用線「太子線」の始発駅である<sup>3)</sup>（写真2）。採掘された鉄鉱石は約8km離れた太子駅まで索道（空中ケーブル）で運ばれた後、同駅の「ホッパー」という鉄筋コンクリートの建物に入れられ、直接1階の貨車に積み込まれた。鉄鉱石は太子駅から京浜地域（川崎など）に運ばれた。太平洋戦争末期における戦況の悪化に伴う輸入鉄鉱石の減少により国から鉄鉱石増産の要請があり、1943年6月に日本鋼管株式会社が鉱山開発を行った。その際、突貫工事により鉄道省が長野原線（渋川～長野原間の約42km）と日本鋼管鉱業株式会社が太子線（長野原～太子間の約5.8km）を開設した。1945年1月2日の大雪のなか、太子駅から製鉄所に向けて貨車11両編成で初出荷が行われた。その後、戦局の悪化、交通の分断、製鉄所の被爆、同年8月15日の敗戦などにより、群馬鉄山は全山操業停止となったが、1946年には操業が再開し、「鉄は国家なり」の掛け声で、活況を呈した。1952年には太子線が国鉄に編入され、1954年には旅客営業を開始された。しかしながら、1965年に群馬鉄山が閉山され、太子線も1970年に営業休止された（1971年営業廃止）。現在、旧太子駅ホッパー棟は国登録有形文化財に指定され、史跡として整備されている。

## 2) 調査対象施設の選定理由

これらの2施設を対象とした理由として、第1に、中之条町六合地区が有する観光地域としての立地条件の良さが挙げられる。東京から六合地区までの所要時間は、関越自動車道を利用して約2時間半であり、東京方面からの近接性も優れている。町内には四万温泉や沢渡温泉などの宿泊拠点が存在し、隣接する草津町にも草津温泉が立地しているため、六合地区には多くの宿泊旅行者が訪れる。六合地区には、湯本家住宅をはじめとする六合赤岩重要伝統的建造物群保存地区（養蚕集落）や旧太子駅に加え、野反湖やチャツボミゴケ公園（群馬鉄山跡に立地するチャツボミゴケの群生地）、尻焼温泉の「川の湯」（巨大露天風呂）などの観光資源も点在している。以上のように、観光地域としての立地条件に優れている六合地区で、産業遺産のデジタルアーカイブ化を実行することにより、制作したデジタルコンテンツが多くの観光旅行者の目に触れる可能性があるだろう。

第2に、湯本家住宅と旧太子駅は、いずれも老朽化が著しいことが挙げられる。湯本家住宅には、老朽化により床が抜けている個所や外壁が崩れている個所が数多くあり、国際現代芸術祭「中之条ビエンナーレ」の開催期間などを除くと建物内は立入禁止となっている。旧太子駅についても、ホッパー棟の天井や柱が崩れ落ちている個所があり、ホッパー棟の内部は立入禁止である。このように、湯本家住宅と旧太子駅は老朽化が顕著であり、刻一刻とその姿かたちを変えている。こうした状況下、「現在の姿」を保存するためには、早急なデジタルアーカイブ化が必要である。同時に、制作したデジタルコンテンツなどを公開することにより、観光旅行者などに立入禁止区域の様子を見せることが可能になり、観光資源としての魅力向上につながるだろう。

第3に、三次元データの取得時やデジタルアーカイブの公開などにおいて、地域から十分な協力

を得られる環境にあったことが挙げられる。筆者の1人である枝は中之条町地域おこし協力隊として活動しており、中之条町役場六合支所や中之条町観光協会、中之条町歴史と民俗の博物館ミュージアムなどとの繋がりがあった。そのため、三次元データ取得時の産業遺産への出入許可やデジタルアーカイブの成果品である動画の公開、動画のナレーション原稿の作成などさまざまな協力を得られることができた。このように、中之条町の人々によるバックアップ体制は、対象地域選びの大きな決め手の1つであった。

## II. 三次元レーザースキャナの特性とその活用方法

### 1. 三次元レーザースキャナの特性

三次元レーザースキャナ (TLS) は、対象物にレーザーを放射状に照射し、表層部の三次元座標 (x, y, z) を点群で取得する機材である。非接触かつ短時間で計測でき、密度の高い面状のデータを得られる。取得したデータは三次元モデル化することで、任意の位置で計測や図化、施工、補修、管理のためのデータ作成、点検、検査などさまざまな用途に活用することができる。

三次元レーザースキャナは、三脚、MMS (Mobile Mapping System, 車載写真レーザー測量システム)、UAV (Unmanned Aerial Vehicle, ドローン) など、現場の条件に合った観測を選ぶ必要がある。本研究では、地上レーザースキャナを用いて三脚に据え付けて点群データを取得した。三脚による観測は、移動しないため MMS や UAV に比べ高精度にデータを取得することができる。

レーザー測量の特徴は、面的な三次元点群データを取得できることにある。一方、トータルステーションによる測量とは異なり、目標物の角を観測目標とすることはできない。観測点の密度を調整することで構造物や建築物を面的なデータとして取得できるため、測量や工事分野で近年盛んに利用されている。(写真3・4)



写真3 三次元レーザースキャナ (TLS)  
(森田撮影)



写真4 三次元レーザースキャナの操作  
(鈴木撮影)

### 2. 三次元レーザースキャナの活用方法

三次元レーザースキャナは、もともとは土木分野の用途で使われ始めた。建設業界では、人手不足や担い手不足が危惧されており、効率化を進める必要がある。同時に ICT (情報通信技術) や DX (デジタルトランスフォーメーション) の流れを汲み、調査、測量、設計、施工の高度化が課題と

なっている。国土交通省では、「ICTの全面的な活用（ICT 土工）」などの施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す取り組みである「i-Construction」を進めている。そのなかでも点群データは、情報化施工の基盤となるデータという位置づけである。

図 2・3 は、三次元レーザースキャナによる三次元モデルの例である。ある駅前の地下歩道を立体的にモデル化し、管理図面を作成した。また地下歩道内の改修に際し、このデータを設計、施工の基本的なデータとしたり、立体的なシミュレーションにも活用したりできる。この例では点群データを地上部と地下部で取得し、同時に取得した色情報の点群で構成されている。三次元モデルからは、任意箇所の平面図や縦断面図、横断面図等の二次元図面の作成も可能である。



図2 三次元モデルのサンプル（外観）  
（筆者作成）



図3 三次元モデルのサンプル（内部）  
（筆者作成）

### Ⅲ. 群馬県中之条町六合地区における産業遺産のデジタルアーカイブ化の実践

産業遺産のデジタルアーカイブ化は、図 4 に示すフローチャートにより実施した。業務計画作成では、工程や立入り日時、人員配置を計画した。今回対象とした湯本家住宅と旧太子駅ともに立入りができない場所があるため、中之条町観光協会と中之条町役場六合支所の協力のもと一時的に立入りの許可を得た。床の抜け落ちがみられる湯本家住宅では足元の安全のため、旧太子駅のホッパー部では崩落の危険があるため、作業者はヘルメットや反射ベスト、安全靴を着用し、毎日危険予知活動をしたうえで作業を行うようにした。

湯本家住宅の測量は 2023 年 3 月 28～31 日に、旧太子駅は 2023 年 5 月 22～25 日に実施した。事前に地形や上空の状況、計測環境のための踏査をし、基準点測量と標定点測量を実施した。次に三次元計測を行い、観測データを計算・解析し、三次元モデルを作成した。さらにこれらをもとに観光プロモーション用の動画を制作した。



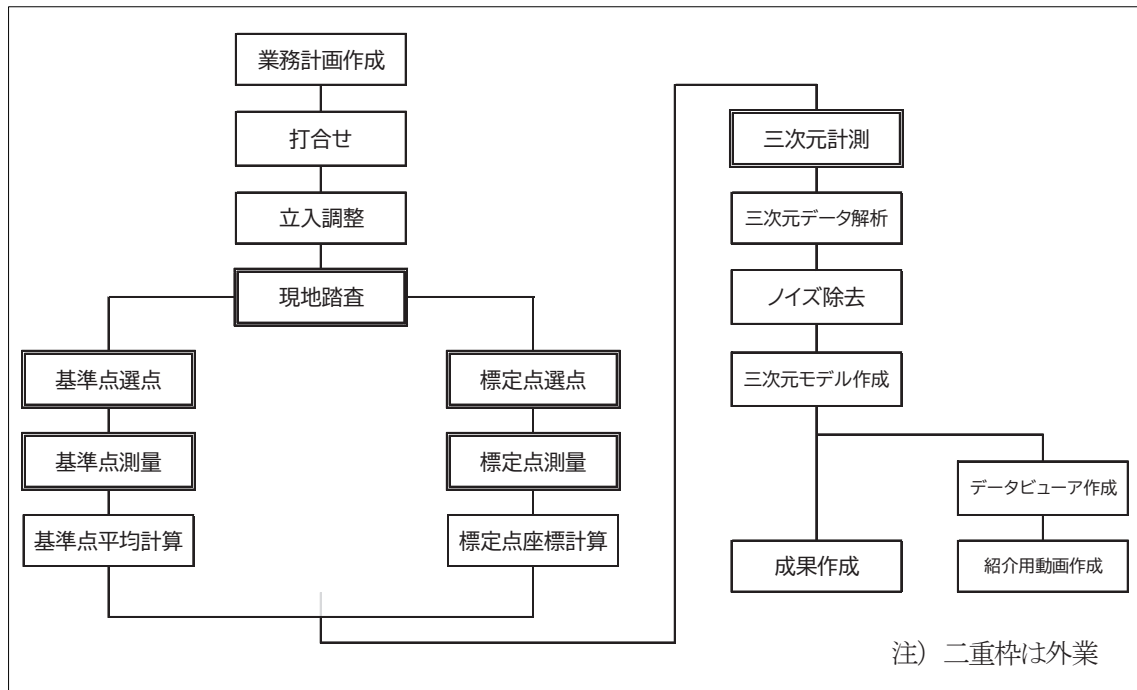


図4 三次元モデル作成のフロー（筆者作成）

### 1. 基準点測量

基準点とは、地球上の位置や海面からの高さが正確に測定された三角点、水準点、電子基準点などをいい、地図作成や各種測量の基準となる。基準点測量は測量の基礎として、公共測量、地籍測量、地殻変動観測などに使用されている。本研究においても位置を定めるための測量として実施した。基準点測量の方法は多数あるが、計測範囲や精度を考慮し、本研究では衛星測位を用い、ネットワーク型 RTK 法による単点観測法（GNSS 測量（VRS 方式））を採用し、現場周辺の位置を特定した。また、三次元データの利活用の幅を広げるため、世界測地系（平面直角座標系第IX系）による測量成果とした。後続の標定点測量や三次元点群測量でもこの座標系でデータを取得した。

基準点測量の単点観測法とは、①移動局に設置した GNSS 測量機により GNSS 衛星からの信号を受信する。②移動局からその概略位置データ（単独測位の測位結果）を通信装置（今回は Wi-Fi を利用）により補正データ配信事業者に転送し、その補正データの返信を受けることで位置を確定することができる（図5、写真5）。

精度の確認のため、同一の点で2セットの観測を行い、その差分が制限の範囲に入るまで観測を行った。その較差の制限値は公共測量作業規程に順じ、南北および東西成分（水平）のセット間較差で $\Delta x 20\text{mm}$  以内、 $\Delta y 20\text{mm}$  以内、高さ成分のセット間較差が $\Delta z 30\text{mm}$  以内であることとし、すべての点で制限の範囲内であることを確認した。

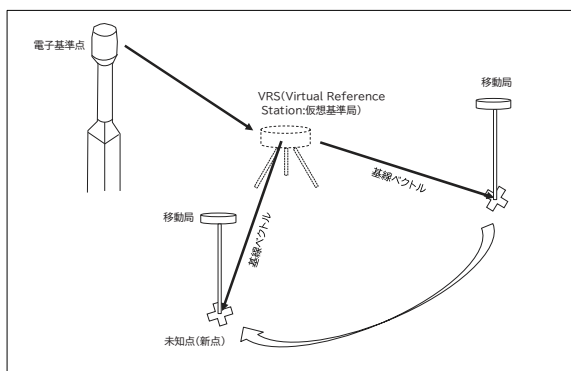


図5 ネットワーク型 RTK 法 (単点観測法) の原理  
(公益社団法人日本測量調査技術協会 (2022) により作成)



写真5 GNSS 測量観測の様子  
(鈴木撮影)

## 2. 標定点測量

標定点とは、地上の位置情報  $(x, y, z)$  を持った点で、三次元データに座標を付与するために用いる点を用いる。基準点測量により得られた成果から現場で高精度に三次元データを取得するため、細部に標定点を設置し、座標化を行った。基準点から標定点までの角度と距離をトータルステーション (TS) と反射鏡により距離と角度を観測し、標定点の位置を特定した (写真 6・7)。



写真6 標定点測量の様子 (TS)  
(森田撮影)



写真7 標定点測量の様子 (反射鏡)  
(森田撮影)

## 3. 三次元計測

三次元計測では、基準点や標定点を位置の基準として、三次元レーザスキャナ (TLS) で 360 度の点群データを取得した。使用した機材は TOPCON 社 GLS-2000 を用いた。スキャンスピードは最大 60,000 点/秒、TLS より 10m 先の点密度を示す距離精度は 6.3mm の設定とした。計測方法は①器械点・後視点法と②後方交会法、③相似変換法などがある。本研究では、①器械点・後視点法と②後方交会法を併用して実施した。器械点・後視点法は基準点や標定点に TLS を据え、ターゲットとの位置関係から周辺の地物の情報を取得する方法である。この方法では TLS とターゲットの視通が必要である。一方、後方交会法は基準点または標定点 2 点以上 (公共測量では 3 点以上)

にターゲットを据え、これらのターゲットが視通できる場所であれば、任意の場所に TLS を据えて三次元点群データを取得することができる（図 6、写真 8・9）。湯本家住宅、旧太子駅ともに先に基準点と標定点にターゲットを据えて、器械点・後視点法による計測を行い、次に後方交会法で点群の薄い場所や取得が難しい場所を補完した。

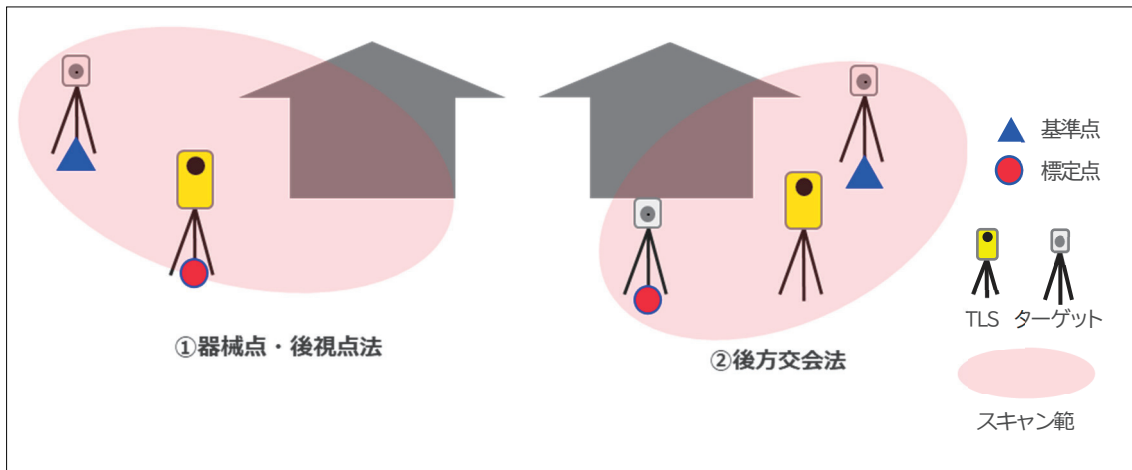


図 6 三次元レーザスキャナ（TLS）による観測方法  
（筆者作成）



写真 8 TLS の操作  
（森田撮影）



写真 9 TLS 用ターゲットの設置  
（森田撮影）

湯本家住宅は、屋外に基準点を 6 点設置し、基準点を用いた器械点・後視点法による観測を 6 箇所、後方交会法による観測を 3 箇所で行い、住宅の外周部について三次元化をした。次に室内の観測では、1 階の標定点を用いた器械点・後視点法による観測を 7 箇所、基準点や標定点を用いた後方交会法による観測を 4 箇所行った（図 7）。2 階はものおき以外大半が座敷となっており、中央に吹き抜けがあることや「ちょうえいの間」、北東側の踏込から先は山側の屋外に出られるようになっていることが特徴である。2 階はそれぞれ 6 箇所・3 箇所実施した（図 8）。3 階は養蚕業で用いる資材が残されており、間取りも 1 階や 2 階に比べて広がっている。3 階はそれぞれ 4 箇所・2 箇所実施した（図 9）。

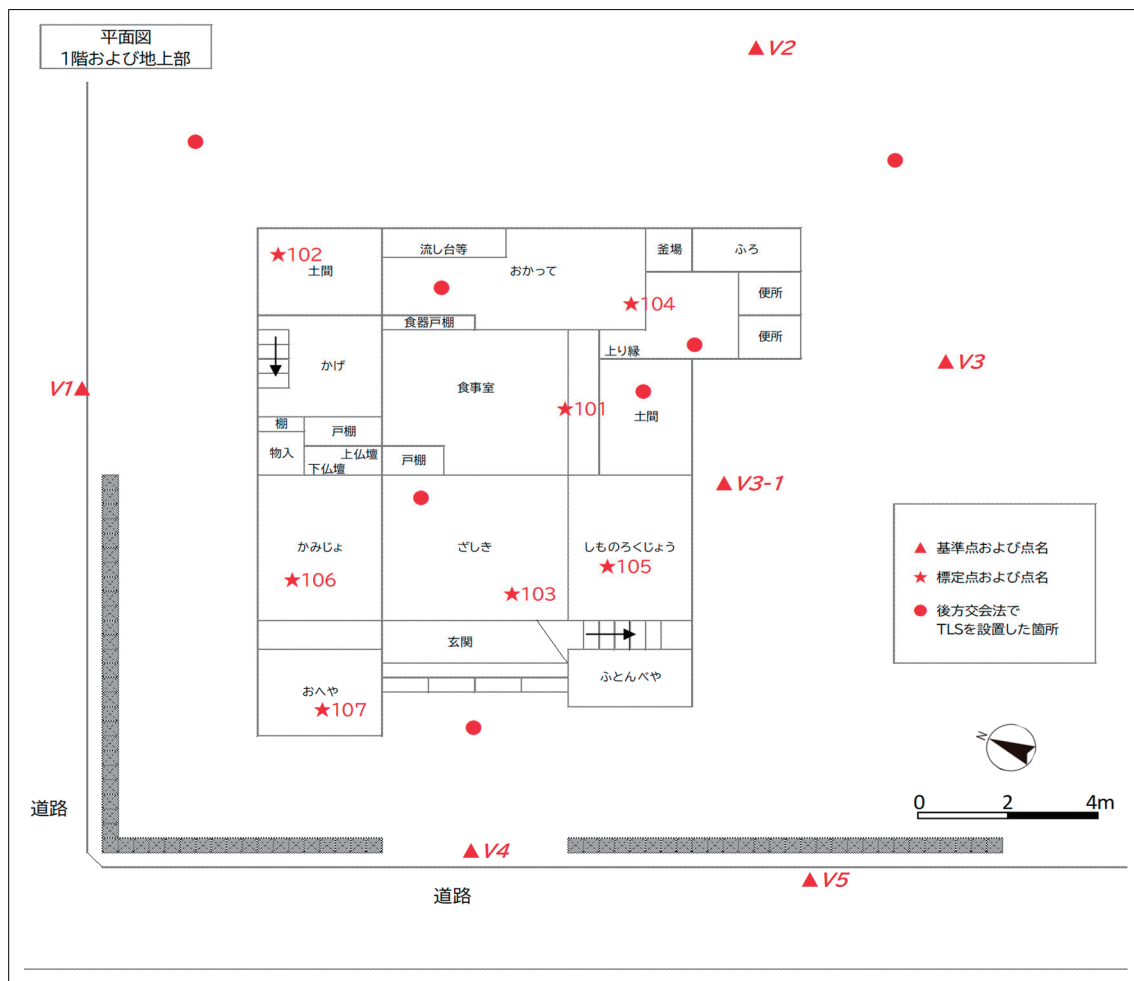


図7 湯本家住宅の平面図（1階）  
（中之条町役場提供資料および現地調査により作成）

1階内部は居住の用途に使われていたこともあり、部屋の数が多く、場所によって現代的に改装されているものの室内は老朽化が進行しており、家屋内の床の保護のため木材を敷いて三脚を整置した。特に1階の「かみじょ」「ざしき」「しものろくじょう」や2階の「濡縁」「前室」「座敷」では床のたわみが大きく、オペレーターが少し動いただけでチルトオーバー（水平が狂う状態）が発生する場所があり、再測が多く発生した。

2階と3階の観測でも床の保護のため木材を敷いて三脚を整置した。また2階と3階は窓が少なく、光源を持ち込んで色情報を取得できるようにした。これは、点群データを取得する前に、TLSの仕様で、色情報を点に付加するため写真を撮影するようになっており、窓などの開口部をすべて開放しても光線が届きづらいところを補完するためである。

なお、1階の玄関と2階の踏込の先の出口は、およそ3m程度の標高差があり（写真5）、三次元データでも立体的な構造が再現されている。また湯本家住宅の代表的な部屋である長英の間も点群データとして室内の状況を詳細に取得できた。（図10）

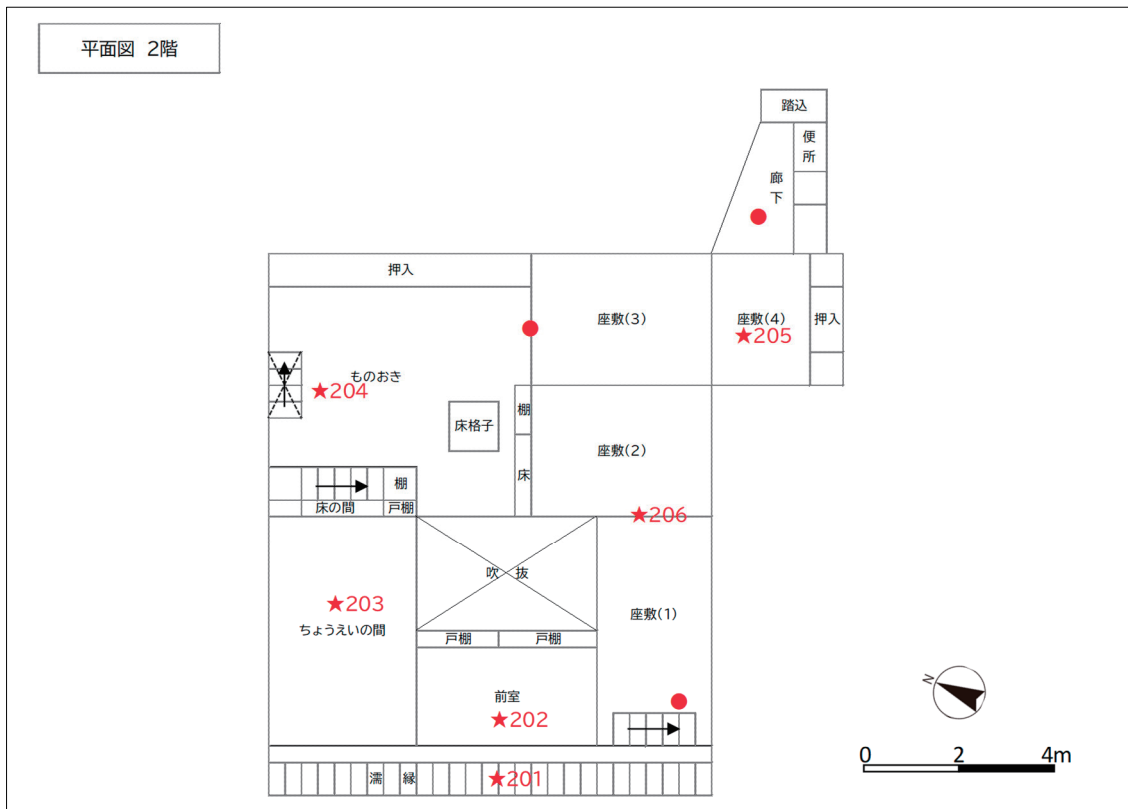


図8 湯本家住宅の平面図（2階）  
（中之条町役場提供資料および現地調査により作成）

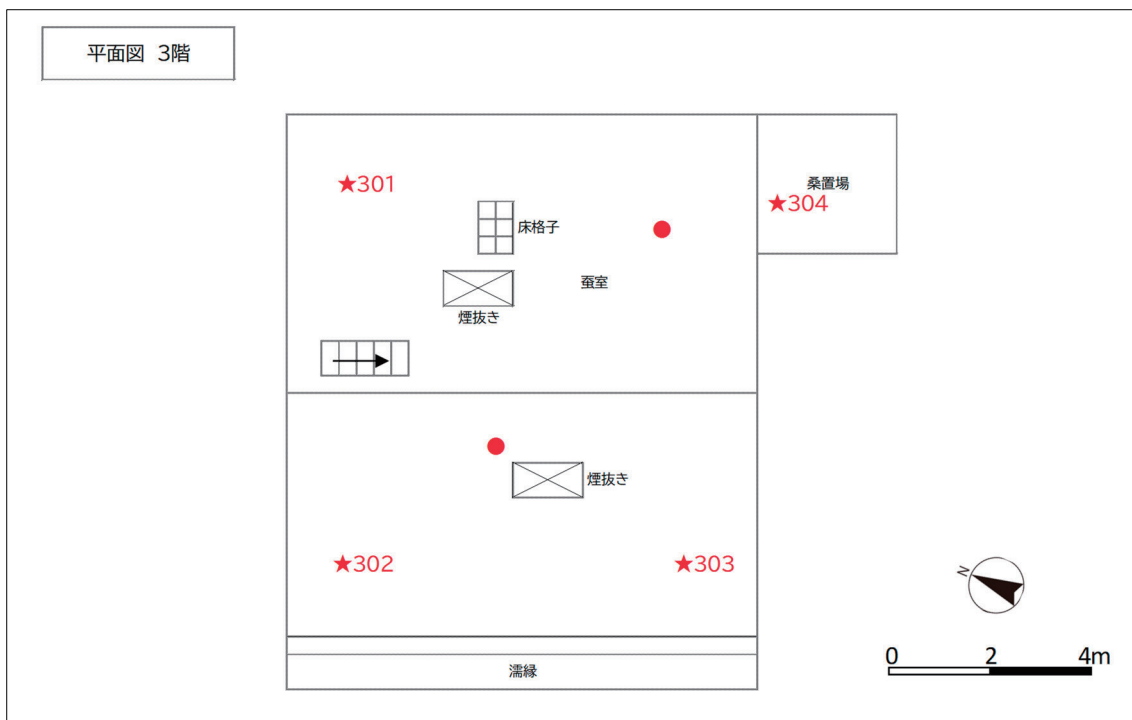


図9 湯本家住宅の平面図（3階）  
（中之条町役場提供資料および現地調査により作成）



図10 「長英の間」の点群データ（筆者作成）

一方、旧太子駅では、西側の駐車場側の標高が高く、ホッパーのある付近まで法面となっている（図11）。三次元計測は、器械点・後視点法により基準点で3点、標定点で13点の16点で計測し、点群データを補完するため、19箇所で後方交会法による計測を行った。旧太子駅は地盤が固く、計測の際、土や舗装のため三脚を用いて踏み込み、容易に整置することができた。

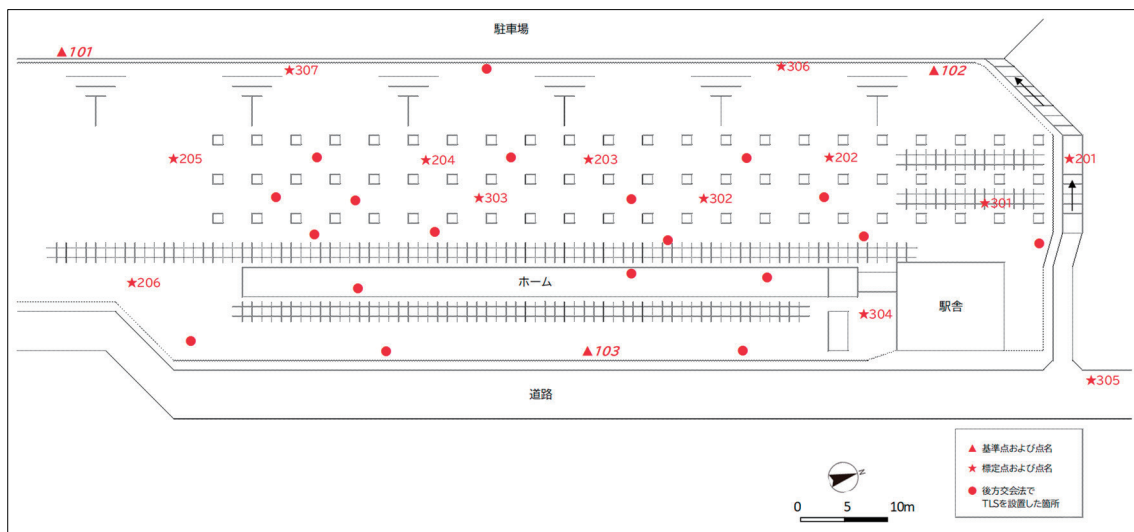


図11 旧太子駅の平面図（筆者作成）

旧太子駅の三次元データ取得では、後方交会法によるデータ取得が多くなった。これは、ホッパー一部分の構造物が単純であるものの連続しており、影となる部分を極小化し、詳細なデータを取得するためである。また、旧駅舎の再現がされていることや貨車や車両が展示されていることから、これらに隠れてしまう構造物が多く存在するためである。さらに東西に高低差があり、ホッパーの遺構をさまざまな角度から取得したため必然的に観測箇所が増えた。データ量は多くなったもののホッパーの上部と内部の様子を詳細に取得することができた（図12）。



図 12 旧太子駅ホッパー内部の三次元点群データ（筆者作成）

#### IV. 産業遺産のデジタルアーカイブ化に向けた課題と今後の展望—むすびにかえて

本研究では、産業遺産と三次元データの有用性を広く知ってもらうため、紹介用動画を作成し、テロップやナレーションを入れて三次元点群のなかで産業遺産の中を歩いたり、上空から俯瞰したりするような動画を中之条町観光協会公式 YouTube チャンネルで公開した（図 13）。ナレーションは宇都宮大学地域デザイン科学部の学生に依頼し、テロップの読み上げ音声を動画に合成した。動画は中之条町観光協会の協力のもと同町の観光プロモーション動画の一環としてアップロードした。

今回の実践を通じて、立体的なモデルの保存に成功し、観光プロモーション動画により視聴者は立入禁止エリアを見学することが可能になった。一方で、デジタルカメラやビデオカメラなどで撮影した動画との差別化が図りにくいという課題も生じた。

そこで、筆者は、今回取得したデータの更なる利活用に向けて、①三次元モデルの操作体験の実施、②バーチャル・リアリティ（VR）技術による臨場感のあるコンテンツの提供、③三次元モデルをもとにした産業遺産の補修・改修を目的とした設計データの生成などを行い、三次元データの実用性を広範囲に示しめしていくことを想定している。①では、観光協会や博物館などでビューアアプリからパソコン上で三次元モデルを操作・体験できるように実践することを検討している。

三次元計測の技術は、最近では簡素化も進んでいる。最近ではスマートフォンやタブレットに掲載された LiDAR SLAM を用いた技術も国土交通省から基準類が整備され、建設現場の出来形管理などで一般化してきている。国土地理院では 2023 年 9 月に公共測量マニュアルが出るなど技術の進歩にあわせて、データの精度向上や品質確保に向けた制度や規則などが確立されつつある。

筆者は、産業遺産と新技術の関係を社会へ実装されるためには、三次元モデルを起点として、最新の VR や AR（拡張現実）技術、ICT などを融合させ、さまざまなユーザーやステークホルダーに共有されることにあると考える。産業遺産の存続を考えるプロセスにおいて、老朽化や管理上の

問題で維持が困難なものも多くあると思われる。三次元モデルは、これらを容易に保存ができない場合の新しい手段の1つとして普及する可能性を秘めている。



図 13 紹介用動画（三次元デジタルアーカイブ「湯本家住宅」（中之条町）  
(<https://www.youtube.com/watch?v=f4X8wKClopls> により作成)



図 14 紹介用動画（三次元デジタルアーカイブ「旧太子駅」（中之条町）  
(<https://www.youtube.com/watch?v=1MFHMswA7RY> により作成)

## 謝辞

一般社団法人中之条町観光協会の八並光相氏には動画の公開作業で、中之条町歴史と民俗の博物館ミュゼの山口通喜館長には動画のテロップ作成で、宇都宮大学生の西山和希氏と岡 晴菜氏にはナレーションの収録でご協力をいただきました。ここで厚くお礼申し上げます。

本稿の骨子は、2023年度沖縄地理学会大会（於・沖縄国際大学）で発表した。本稿を作成するにあたり、令和4・5年度宇都宮大学若手教員飛躍促進経費および日本学術振興会（JSPS）科学研究



費助成事業若手研究「人口減少社会下の首都圏外縁部における観光地域の衰退とその再生戦略に関する研究」（課題番号：21K17971，研究代表者：鈴木富之）を使用した。

## 注

- 1) 例えば、軍艦島のプロジェクションマッピングや三次元モデルの操作体験、VR 体験、三次元データからレーザープリンターで出力した鉄筋コンクリートアパートの模型に関する展示などがある（軍艦島デジタルミュージアムへの現地視察（2023年2月22日）による）。
- 2) I章2節1項2段落目の湯本家住宅に関する説明については、中之条町教育委員会（2019, 2021）を参考にした。
- 3) I章2節1項3段落目の旧太子駅に関する説明については、中之条町教育委員会（2019, 2021）および旧太子駅内にある「群馬鉄山の創立と太子線の開通」と「戦後の太子線」の案内板（2023年5月25日閲覧）を参考にした。

## 参考文献

- 公益社団法人日本測量調査技術協会 2022. 『2022 年度版公共測量積算ハンドブック』公益社団法人日本測量調査技術協会.
- 千葉千枝子 2011. 『観光ビジネスの新潮流—急成長する市場を狙え』学芸出版社.
- 出水 享 2016. 軍艦島 3D プロジェクト—最新のインフラ点検技術を活用したデジタルアーカイブ. 土木学会誌 101 (4) : 28-29.
- 出水 享 2017. 3D 技術を用いた軍艦島のデジタルアーカイブ—過去、現在そして未来へ. 建設機械施工 69 (8) : 66-70.
- 中之条町教育委員会 2019. 『なかのじょう地域散歩』中之条町教育委員会.
- 中之条町教育委員会 2021. 『中之条町の文化財（再版）』中之条町教育委員会.
- 橋爪孝介 2022. 地域の記憶のデジタルアーカイブの構築と活用に関する調査研究. 市政研究 うつのみや 18 : 75-80.

