

沖縄県における近世・近代文化遺産の三次元測定の試み
—八重瀬町慶座井および宜次の製糖工場跡煙突・うるま市平敷屋製糖工場跡煙突—

山崎真治、金城 達、横尾昌樹、石原与四郎

A trial of three dimensional measurement of early-modern and modern cultural heritage in Okinawa Prefecture; Giza-ga well and the chimney of Gishi sugar factory ruin in Yaese town and the chimney of Heshikiya sugar factory ruin in Uruma city.

Shinji YAMASAKI, Tatsuru KINJO, Masaki YOKO'O, Yoshiro ISHIHARA

沖縄県立博物館・美術館，博物館紀要 第16号別刷

2023 年 3 月15日

Reprinted from the

Bulletin of the Museum, Okinawa Prefectural Museum and Art Museum, No.16

March, 2023

沖縄県における近世・近代文化遺産の三次元測定を試み —八重瀬町慶座井および宜次の製糖工場跡煙突・うるま市平敷屋製糖工場跡煙突—

山崎真治¹⁾・金城 達²⁾・横尾昌樹³⁾・石原与四郎⁴⁾

A trial of three dimensional measurement of early-modern and modern cultural heritage in Okinawa Prefecture; Giza-ga well and the chimney of Gishi sugar factory ruin in Yaese town and the chimney of Heshikiya sugar factory ruin in Uruma city.

Shinji YAMASAKI¹⁾, Tatsuru KINJO²⁾, Masaki YOKO'O³⁾, Yoshiro ISHIHARA⁴⁾

はじめに

本年(2022年)は沖縄の日本復帰50年の節目の年にあたり、県内外でさまざまな関連イベントが企画・開催されると同時に、当館でも特別展・企画展をはじめ多くの催事が執り行われた。また、2022年はサンフランシスコ平和条約にもとづく日本の主権回復から70年目、太平洋戦争の終結から77年目、さらには明治維新(1868年)から154年目の年であり、近代と現代(敢えて換言すれば戦前と戦後)のタイムスパンが等しくなったという意味でも重要な節目だったと言えるだろう。

戦前や戦中を知る世代が減少しつつある現状において、沖縄県においても、近代文化遺産の歴史的な重要性はますます高まりつつある。南風原陸軍病院壕(1990年南風原町指定史跡)、津嘉山酒造所施設(2009年国指定重要文化財)、大宜味村役場旧庁舎(2017年国指定重要文化財)、北大東島嶺山遺跡(2017年国指定史跡)など、史跡や建造物の指定件数も増加しつつある。一方、王国時代以前の文化遺産に比較して、近代以降の文化遺産の記録や保護に関しては、まだまだ十分な対策がとられているとは言えない。

こうした状況と並行して、近年では空間情報技術

の分野においてコンピュータや人工知能(AI)を活用した技術革新が進められ、デジタル写真やレーザーによって得られたビッグデータの解析に基づいて、対象物の三次元データを比較的容易に得ることが可能となってきた(例えば野口2020)。沖縄県内でも、発掘調査や文化財調査の現場ではレーザースキャナや3D写真計測(フォトグラメトリ)などの高密度なデジタルデータにもとづく記録・計測が行われるようになっており(例えば片桐ほか2015、木村・縄田2016)、こうした傾向は今後ますます加速していくだろう。また、昨今その重要性が高まりつつある近代以降の文化遺産の記録や保護に関して、こうした新たな技術の導入・活用を積極的にはかっていくことは、現状の課題に対する一つのソリューションになりえるものと思われる。

今回、筆者らは近世末に構築された八重瀬町慶座井および近代に建造され沖縄戦を潜り抜けた戦争遺跡でもある宜次の製糖工場跡煙突・うるま市平敷屋製糖工場跡煙突について、レーザースキャナを使用した三次元測定を実施する機会を得たので、その成果について報告する(図1)。

(山崎)

¹⁾ 沖縄県立博物館・美術館 〒900-0006 沖縄県那覇市おもろまち 3-1-1

Okinawa prefectural museum & art museum, 3-1-1, Omoromachi, Naha, Okinawa, 900-0006 Japan

²⁾ 八重瀬町教育委員会 〒901-0512 沖縄県島尻郡八重瀬町字具志頭 352

Educational board of Yaese town, 352, Gushikami, Yaese, Okinawa, 901-0512 Japan

³⁾ うるま市教育委員会 〒904-2292 沖縄県うるま市みどり町 1-1-1

Educational board of Uruma city, 1-1-1, Midori-machi, Uruma, Okinawa, 904-2292 Japan

⁴⁾ 福岡大学理学部地球圏科学科 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1

Department of Earth System Science, Fukuoka University, 8-19-1, Nanakuma, Jonan-ku, Fukuoka, Fukuoka, 814-0180 Japan

方法

計測には、Leica Geosystems社製のイメージングレーザースキャナである、BLK360を用いた。本機種は、最大60mの範囲まで計測が可能で、10mで4mm、20mで7mmの点群の座標精度を持つ。カメラが内蔵されており、対象のカラーイメージ画像も得ることができるようになっている。取得したデータは、専用ソフトウェアであるCyclone REGISTER 360 (BLK360 Edition) (Leica Geosystems) を用いて統合した。統合した点群データについては、フリーソフトウェアであるCloudCompare (<https://www.danielgm.net/cc/>) を用いて断面図や投影図（立面図）の作成を行った。なお、各測定においては、これらの位置や姿勢を特定できるように周辺の道路や施設を含むようにスキャンを行ったが、厳密には平面直角座標系等で補正することが望ましい。

測定によって得られた点群データに関しては、対象物のみを切り出し、CloudCompareを用いて編集した。

周辺の地形情報等を含む各測定結果は以下のようになった。

八重瀬町慶座井 器械点数：15点（測量箇所）、ポイント数：4.5億点

うるま市平敷屋製糖工場跡煙突 器械点数：7点、ポイント数：2.3億点

宜次の製糖工場跡煙突 器械点数：6点、ポイント数：2.2億点

現地調査は2022年1月21日に八重瀬町慶座井、2021年2月25日に宜次の製糖工場跡煙突、2021年8月6日にうるま市平敷屋製糖工場跡煙突において、それぞれ実施した。なお、慶座井については2022年12月4日に平面直角座標系の適用を目的とした追加測量を実施した。平敷屋と宜次の製糖工場跡煙突については、平面直角座標系は未適用である。

（石原）

八重瀬町慶座井

概要

慶座井（図2～4）は八重瀬町指定文化財（史跡：1994年指定）で、町の南端部（安里）の石灰岩丘地上に位置し、東側には景勝地としても知られる慶座

バンタが所在する。

慶座井のある一帯は海岸部が急峻な断崖地形となっており、慶座バンタの中腹断崖面からは地名（小字名）である慶座原の由来の一つとなっている滝が豊富な水を湛えている。なお、慶座井を含む一帯は、慶座原遺物散布地（グスク時代～近世）としても認知されている。

歴史的経緯

慶座井は地域の伝承によると、約160年前（文久年間：1861～1863年）の琉球王府時代に屋取集落として存在していた慶座村が、当時困難であった生活用水を確保するために慶座バンタの滝に目を付け、同間切の坂名城村と深い関りを持っていた福山殿内を通じて王府に請願し、慶座井を整備したと伝わっている。

整備工事は王府の田地奉行の監督の下でおこなわれ、具志頭間切内の各村の16歳から60歳までの男子が割り当てにより労役に従事することになったが、その働き具合や工事の経費援助を行った者には筑登之の位階が与えられたという。

しかし、慶座井は完成したものの水脈を捉えることができず、想定された水量を満たせなかったことから取水地としての計画は失敗に終わったとされている。

その後、生活用水や立地条件の不便から住民は減少していき、1943（昭和18）年には戸数は3戸にまで減少し、現在では集落はなく耕作地となっている。また、近年では地質の特性を活かし土地改良事業により地下ダムが整備され、安定的な農業用水を得ることができるようになっている。

現在慶座井は、石積みなどの崩落の危険があり内部へ入ることができないが、地元集落などの拝所としても認識されており、年間を通じ施設入り口付近で拝みがおこなわれている。

なお、1980年に具志頭村により当時崩落していた西側内部の石積みの修復作業がおこなわれている。

形態的特徴

慶座井は東西約40m、南北最大幅約20m、深さは最大10mの大規模な取水施設（外周土塁を含む）で、東側に入口を設け、水源地へは西側に約30mの傾斜

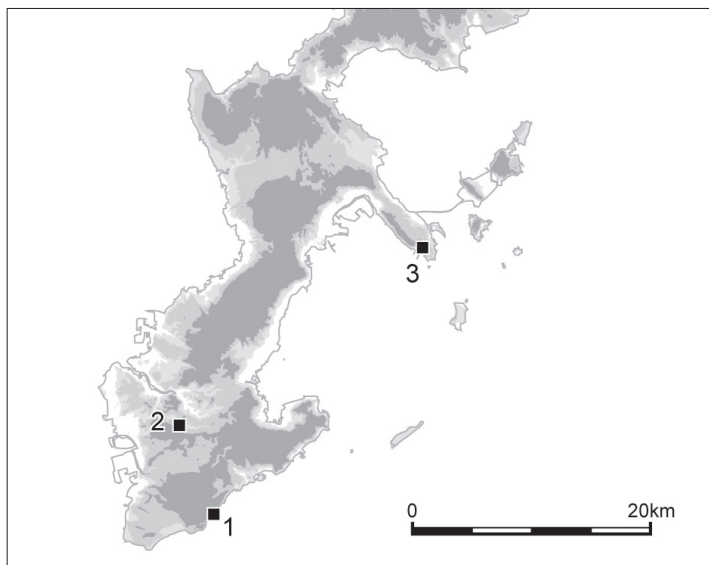


図1 各調査地の位置図
(1：慶座井、2：宜次の製糖工場跡煙突、
3：平敷屋製糖工場跡煙突)

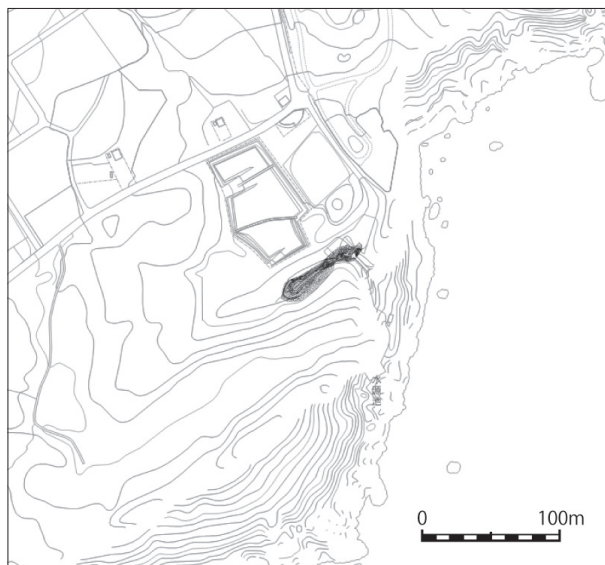


図2 慶座井位置図
沖縄県地図情報システムの地図タイルを加工して作成。



図3 慶座井測量風景（1）



図4 慶座井測量風景（2）



図5 慶座井近景



図6 石積内北側石製品安置状況



図7 慶座井平面図・断面図
三次元測定データにもとづいて作成

を下り水源地に至るものとなっている。なお、最深部の南北断面は円錐形となっている（図7・8）。

施設の外周は土塁が巡り、内部は琉球石灰岩の石積みによる4段のテラス状構造を設け、堅固な施設の崩落防止措置をとっている。さらに地面には石畳が敷かれ、最深部の水源場所の北側壁面には小さな部屋が設けられ、詳細は未確認ながら巨大な御香炉のような石製品が安置されている（図6・図7参照）。

石積みはやや雑な部分もあるが随所に丁寧なあいかた積みで構築され、角部は緩やかな丸みをもった構造に設計されている。

類似した形状のものとして首里の佐司笠樋川^{さしかさひーじゃー}があるが、町内でも同様に有段構造で石積みを有する字具志頭^{やふがー}の屋富祖井^{ゆもちがー}や世持井がある。

石積みについて別の伝承では石積みの石が足りない際、北側にある上グスクの石積みを運び出し、慶座井の石積みとして再利用したとの逸話もある。

（金城）

宜次の製糖工場跡煙突

概要

宜次の製糖工場跡煙突（図9・10）は八重瀬町の北部にある宜次集落の西側の道路脇に位置し、糸満市字武富集落と近接する。

遺構は未指定の文化財ながら、近代における地域の糖業の様相を示す産業遺構のほか、沖縄戦の痕跡を今に伝える戦争遺構としても認知され、地域の歴史や平和教育の面でも活用される文化財である。

歴史的経緯

宜次の製糖工場は糸満市（旧兼城村）武富の大字溝原の住民が中心となり、豊見城市（旧豊見城村）饒波や、八重瀬町（旧東風平村）宜次の住民と共同で出資し、製糖工場を建設されたものである。工場で使用された製糖機械は1943年に読谷村の製糖工場から製糖機械を購入し、建物は煉瓦職人を呼び寄せ建設したものとされる。

製糖工場は1944（昭和19）年の冬頃に完成し、操業を開始したが、その後の沖縄戦で破壊されたため、1期のみのお業となった。戦災により現存する遺構は工場の煙突部分で、その壁面には弾痕が残るが、往時の姿を現在もとどめている。



図9 宜次の製糖工場跡煙突位置図（1）
図中央の○が煙突の位置。沖縄県地図情報システムの地図タイルを加工して作成。

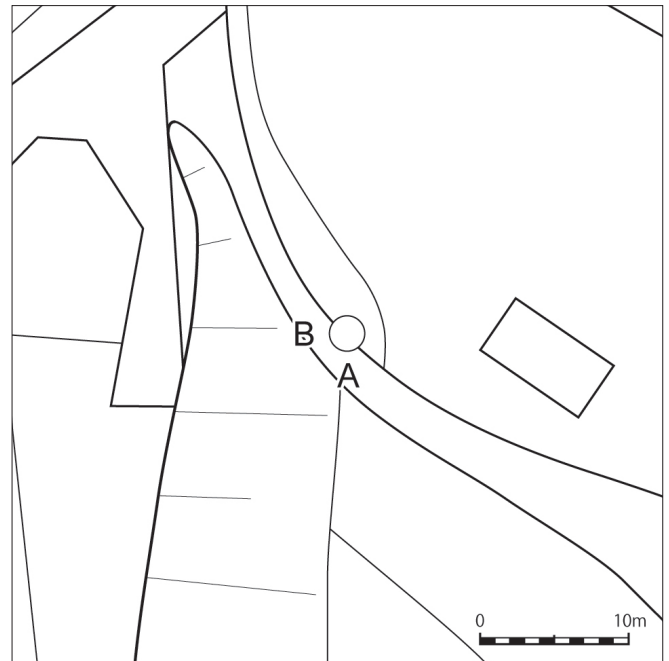


図10 宜次の製糖工場跡煙突位置図（2）



図11 煙突（宜次）立面図
三次元測定データにもとづいて作成

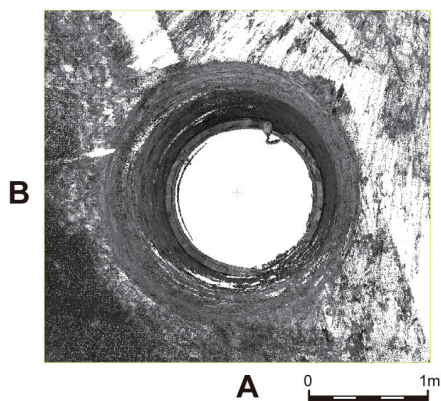


図12 煙突（宜次）の上面観
三次元測定データにもとづいて
作成

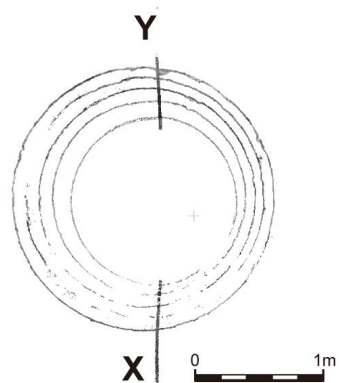


図13 煙突（宜次）の横断面図
図15のa～eの位置でスライ
スした横断面図を重ねたもの。
三次元測定データにもとづいて
作成

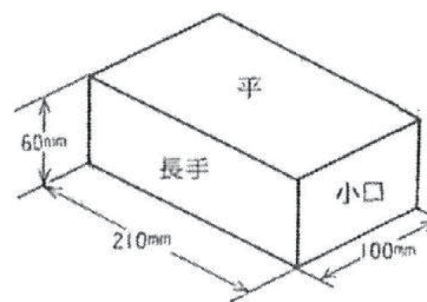


図14 煉瓦の部位名称
(出典：上原 静 2016)

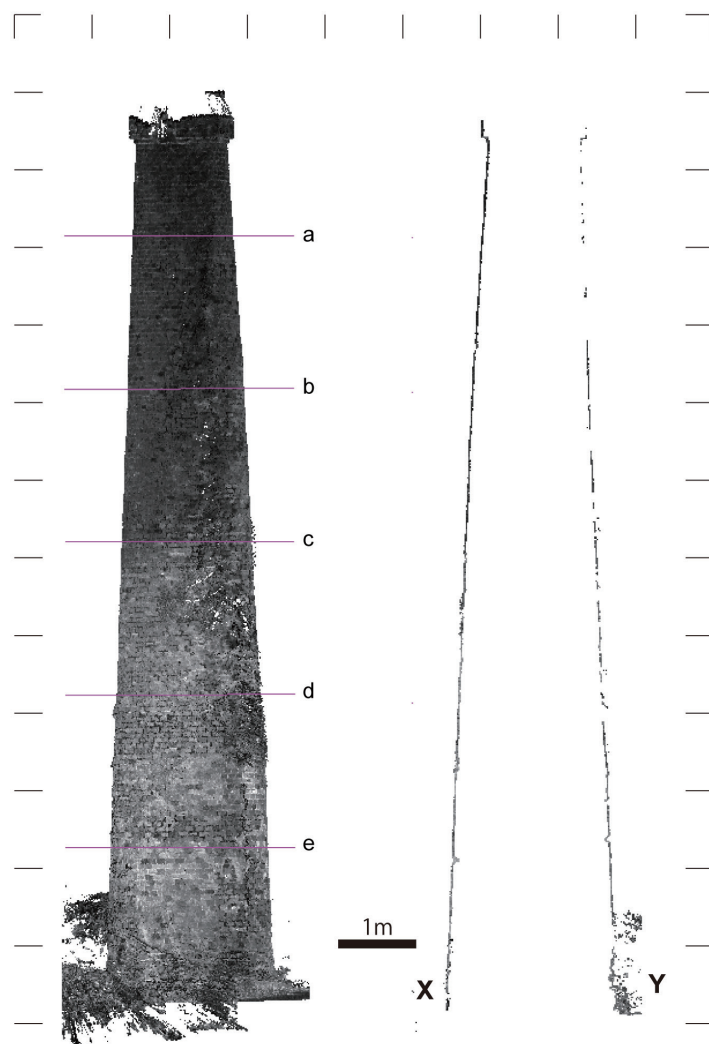


図15 煙突（宜次）の縦断面図（右）と横断面の位置（左）
縦断面図は図13のX-Yの位置でスライスしたもの。
三次元測定データにもとづいて作成

形態的特徴

煙突は高さ約12m、最大幅約2mで、上部に向かい緩やかにすばまる円柱形で構築されており、煙突頂部の口径は約1.2mとなっている（図11、12、13、15）。煙突の素材は赤色煉瓦を用い、小口（図14）を外側に向けて積み上げたドイツ積みで構築し、煉瓦の接着にはセメントを使用している。そのため目地が多くなることで、煙突に緻密さや重厚感をもつ印象を与えている一方、経年劣化等などにみられる煉瓦の剥落面が目立ち、年月の経過を窺わせる状況となっている。

（金城）

うるま市平敷屋製糖工場跡煙突

概要

平敷屋製糖工場跡（図16・17・21）が所在する平敷屋は、沖縄本島中部の太平洋側に突き出た勝連半島の先端部に位置し、太平洋を一望することができる。集落は半島の丘陵平坦部に形成され、丘陵下部の海岸一帯は在沖米軍施設ホワイトビーチが占拠している。

この地の歴史は、縄文時代中期からグスク時代にかけての平敷屋トウバル遺跡が海岸部にあり、丘陵平端部にも縄文時代後期の平敷屋原遺跡、貝塚時代後期の平敷屋遠見番貝塚が存在する。グスク時代以

降は丘陵平坦部を中心とした集落が構えられ、中国産陶磁器や皮の鎧片が出土した平敷屋古島遺跡が所在する。また琉球王朝期の狼煙をあげたヒータチムイも所在し、18世紀には和文学者で組踊「手水の緑」の作者で知られる平敷屋朝敏（1700～1734年）の領地となり、朝敏の作品である当時の生活苦をつづった随想録「貧家記」の舞台となった。

近代では、1940年に平敷屋製糖工場がされるが戦況の悪化4年間で廃業となり、丘陵の縁辺部には砲台が建設され、太平洋側からの敵陣侵攻に備える陣営が構えられた。砲台跡は現在も米軍施設領地の森林の中に砲台の基礎部分が残っている。

平敷屋製糖工場跡抄史

1921（大正10）～1934（昭和9）年までの勝連村における製糖場は、縦式の圧搾車を畜力で回転させ搾汁し、黒糖の製造を行う在来製糖のみであり、この期間に49力所から増減を繰り返し54力所まで増えたとされる（うるま市2014）。その後、石油を動力とする製糖法を利用した製糖場が設置されるようになると、徐々に在来製糖が減るようになり、1940（昭和15）年には31力所まで減り、動力として石油以外に蒸気を動力とする製糖場が1力所登場する。この蒸気製糖場が平敷屋製糖工場である。『平敷屋字誌』

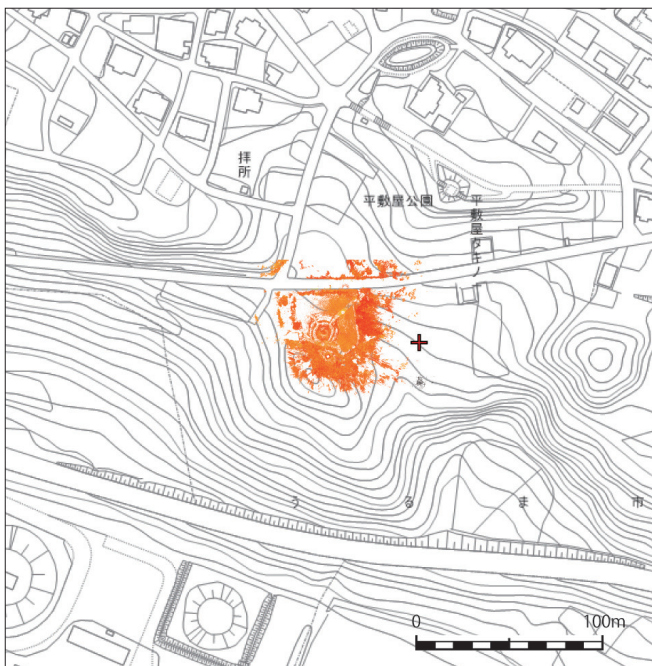


図16 平敷屋製糖工場跡煙突位置図（1）
図中央の□が煙突の位置。沖縄県地図情報システムの地図タイルを加工して作成。

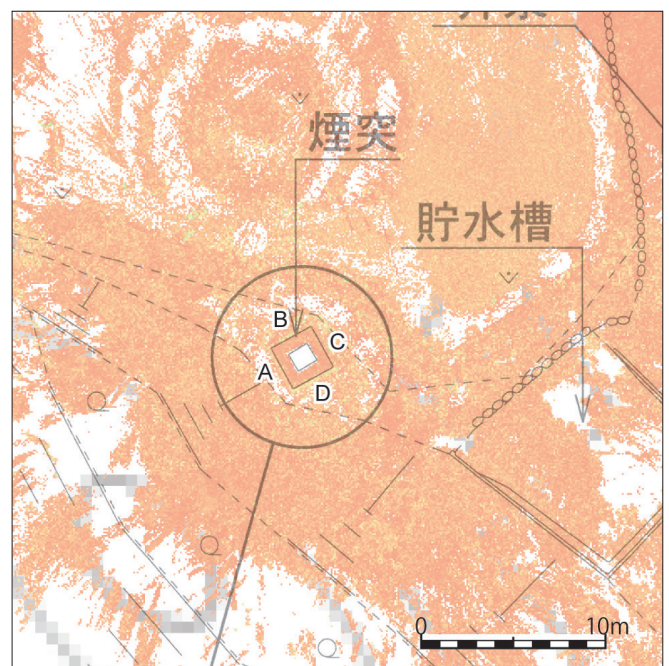


図17 平敷屋製糖工場跡煙突位置図（2）

によると、昭和15（1940）年、陣那原に9組のサーターヤー組が集結してディーゼルエンジンの45馬力の製糖工場が設置されたとされる（平敷屋字誌編集委員会1998）。

測量調査の際の聞き取り調査によると、工場の建設にあたっては、平敷屋区長の指揮の下、地元の人々が基礎工事等にあたったが、レンガ造りの煙突やボイラー等については本土の技術者が造ったとされる。

工場の建物は南を向き、建物の前には3本の煙突が建ち、煙突の一つは石炭を燃料とした蒸気ボイラーにつながるものであった。煙突の横には貯水槽があり、近隣のヒラカー（井泉）からくみ上げた水を貯め、水はボイラーを冷却するために使われていた。工場内には窯と大鍋が3つずつあり、行程により順番に使用していた。

工場で働いていた地元の方によると、徴兵のために男手が不足し、作業は主に女性が携わっていたが、1944（昭和19）年の那覇10・10空襲以降は疎開などで工場を操業できなかったとされる。その後、米軍の攻撃により工場内の施設は破壊され、1本の煙突と水槽が破壊を逃れ、平敷屋製糖工場跡として現在残されている。

2014（平成26）年には、沖縄の製糖史を物語る貴重な遺跡として国登録文化財に登録された。

国登録文化財に向けた調査

2014（平成26）年、現存する工場施設を国の登録文化財に指定するため現存する煙突と水槽について詳細調査を行った。各施設の調査結果を以下に記す。

・煙突部

煙突（図18～20、23～25）は、平面形はほぼ正方形を呈し、北西側を向き、地上部分には北西面と北東面に開口部があり、内部は頂点にかけて吹き抜けている。高さは16.300mあり、立面形状は上部に行くに従い細くなり、壁面の厚さも上部に行くに従い薄くなっている。2014（平成26）年の調査時は、煙突の外表面は戦争による銃器の被弾跡や風化により穴あきや欠落が数多く確認された。その後、これらの被害箇所は煙突の保存のため新材の補填等を行い修復を行った。

煙突はレンガのみの組積造であり、積み方は1段

ごとに縦使いと横使いで交互に積み上げていくイギリス積みと呼ばれる方法で（図27）、レンガ1つ長辺215～230mm、短辺110～114mm、高さ58～62mmであり、これらを縦・横共に幅1cmの目地を設け積み上げられている。

基礎部を確認するため一部に試掘トレンチを開けたところ地表下34cmまではレンガ積みを確認でき、それより下部はコンクリート基礎が打設されていた（図26・28）。コンクリート基礎は地表下117cmで外側に裾野を広げるように打設されていた。掘削による堆積層は2層確認され、内容は以下のとおりである。

1層－地表下0～60cm。礫混じり粘土が主体。礫は島尻層泥岩が主体で、少量の琉球石灰岩を含む。また60cm付近では平面的にレンガ片が多数埋まっており、サンゴ片や貝殻片を含む海浜砂も確認される。

2層－地表下60～117cm。粘性土を主体とし、礫や砂をほとんど含まない。117cmではコンクリートが面的に確認される。

・水槽

煙突に隣接して水槽がある（図21）。ボイラーを冷却するための水を貯水するための水槽とされており、コンクリートにより造られている。一部が崩落しているもののほとんどが当時の形状のまま残っており、およそ一辺9～10mの壁に囲われ、ほぼ正方形を呈している。現在、水槽内は雨水が貯まっており、深度は明瞭でないが約3mの深度があると推測される。

・X線調査

上記の煙突および水槽について、内部構造を確認するために部分的にX線透過試験を実施した。煙突については、レンガ積みの壁の厚さが厚くX線が透過しなかったためX線画像の撮影ができなかった。

水槽において透過した画像に縦に走る2本の黒い影と横に走る白い影が確認された（図29・30）。黒い影は空洞かあるいは比重の小さい部材と予想され、当時の状況から竹を素材とする骨組みである竹筋であることが想定される。また白い影は鉄筋と考えられ、鉄筋と竹筋の両方が使われていると考えられる。

（横尾）

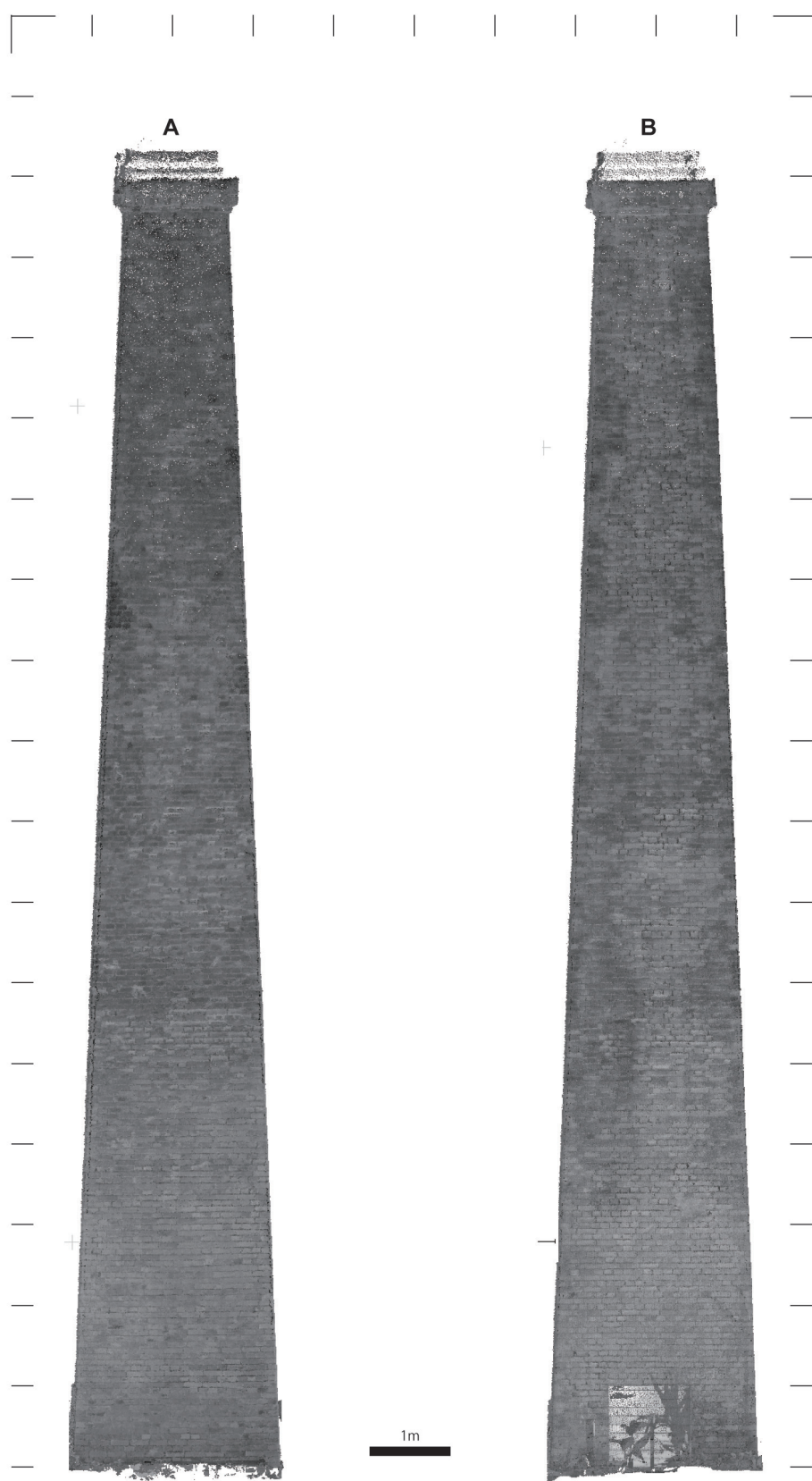


図18 煙突（平敷屋）立面図（1）
三次元測定データにもとづいて作成

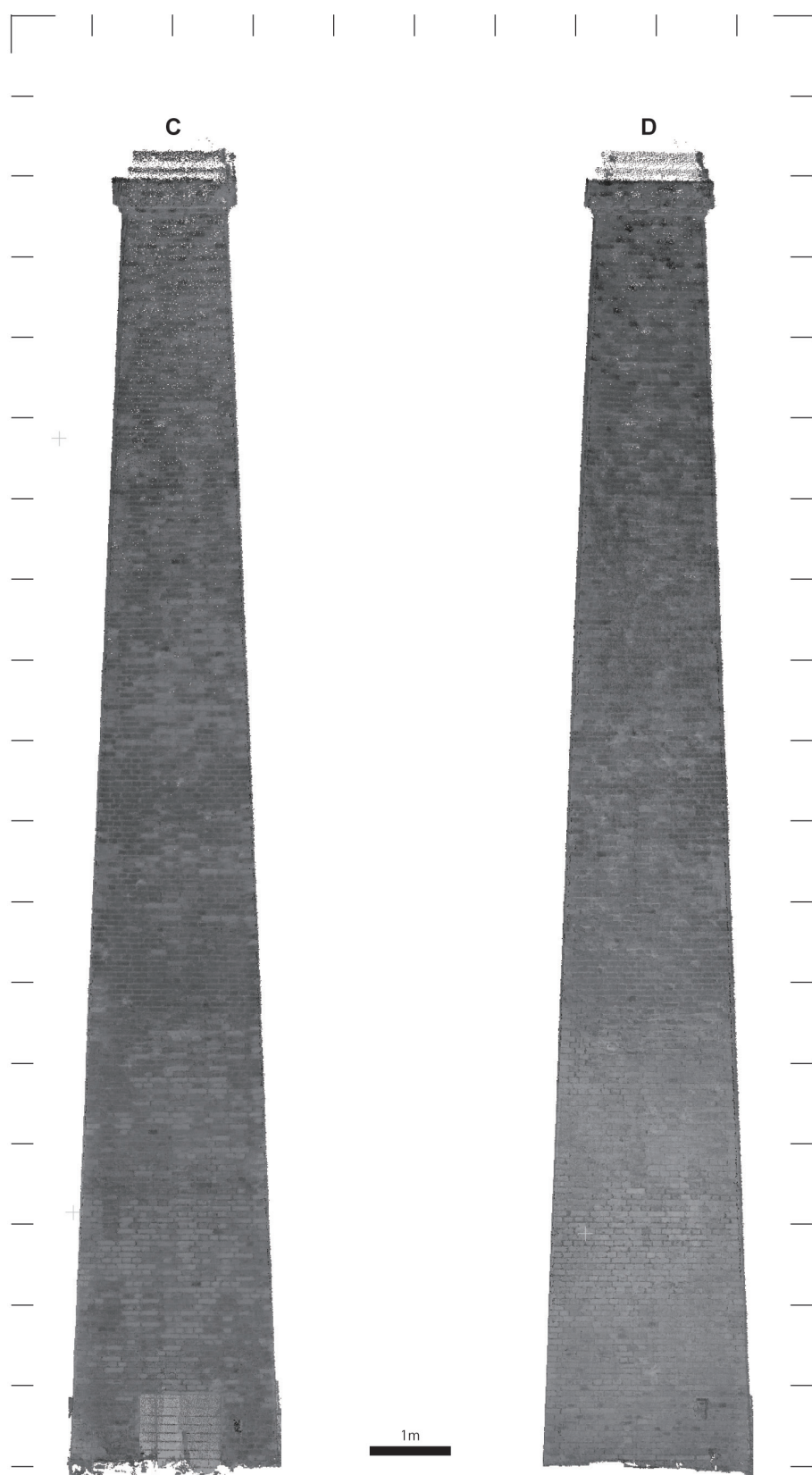


図19 煙突（平敷屋）立面図（2）
三次元測定データにもとづいて作成

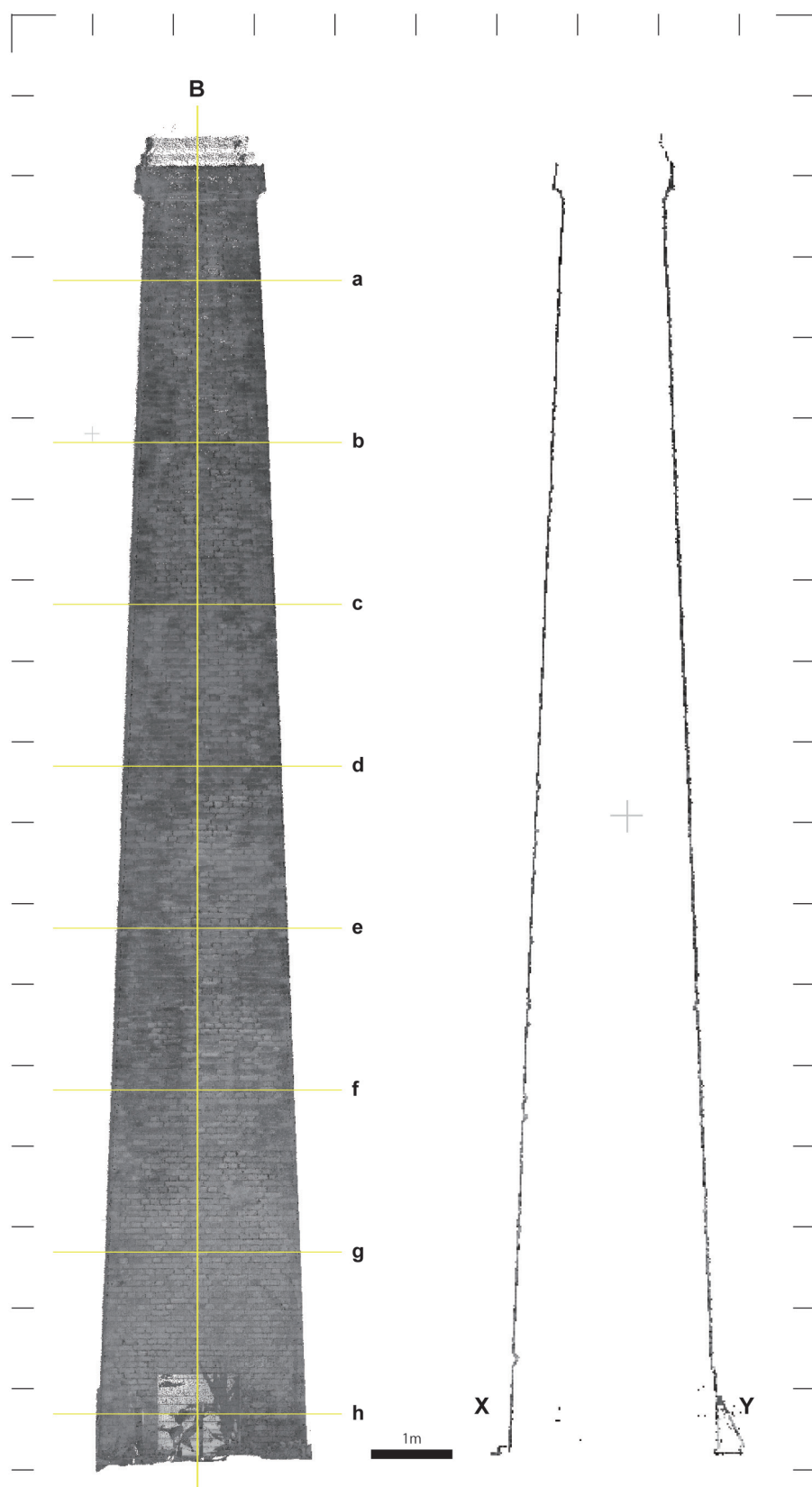


図20 煙突（平敷屋）の縦断面図（右）と縦横断面図の位置（左）
縦断面図は図23のX-Yの位置でスライスしたもの。
三次元測定データにもとづいて作成。

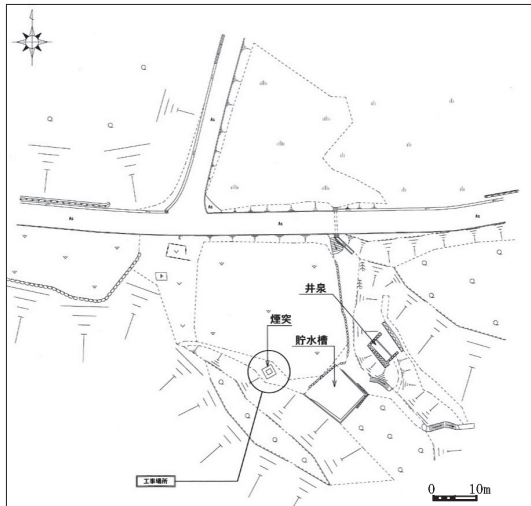


図21 平敷屋製糖工場跡施設配置図



図22 平敷屋製糖工場跡煙突測定風景

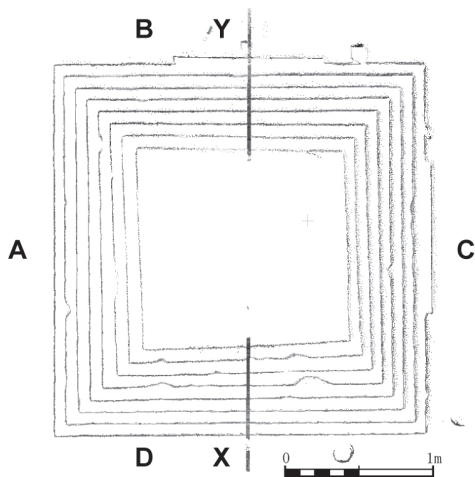


図23 煙突（平敷屋）横断面図
図20のa～hの位置でスライスした横断面図を重ねたもの。三次元測定データにもとづいて作成。

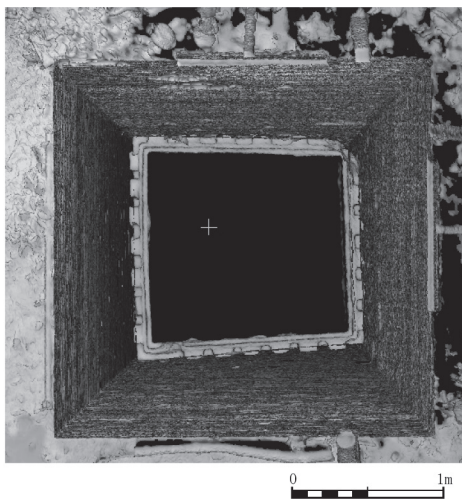


図24 煙突（平敷屋）上面観
三次元測定データにもとづいて作成。

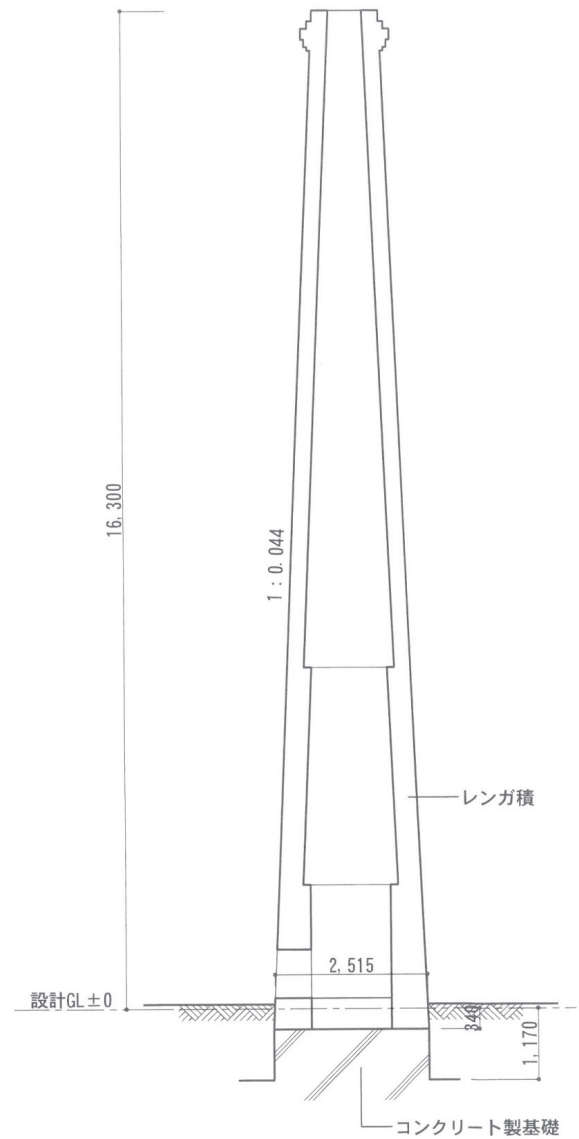


図25 煙突（平敷屋）縦断面図（模式図）

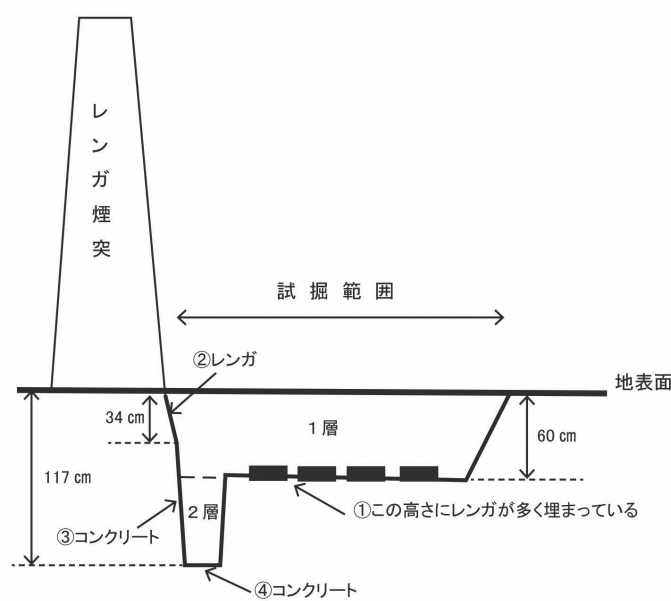


図26 煙突基礎断面図

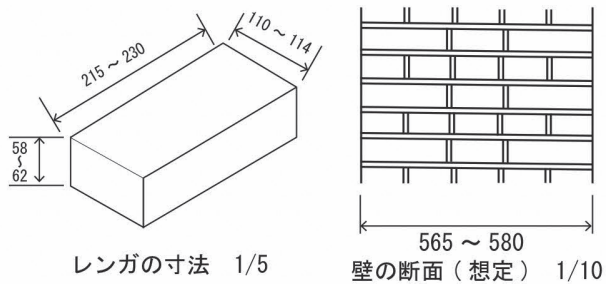


図27 煙突のレンガ(左)と積み方図(イギリス積み)(右)



図28 煙突基礎部掘削状況

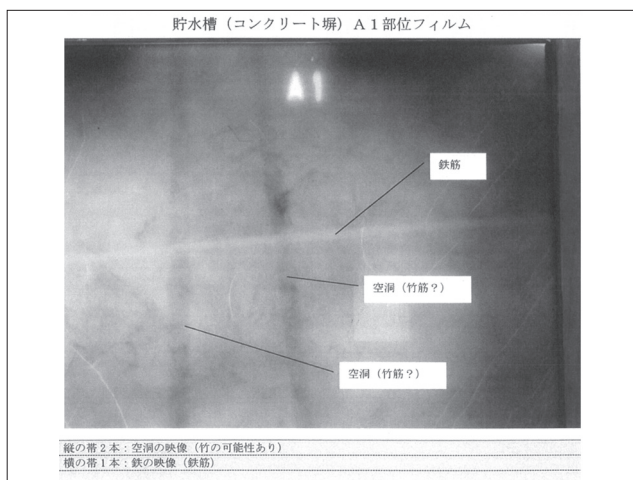


図29 水槽壁面X線写真（1）

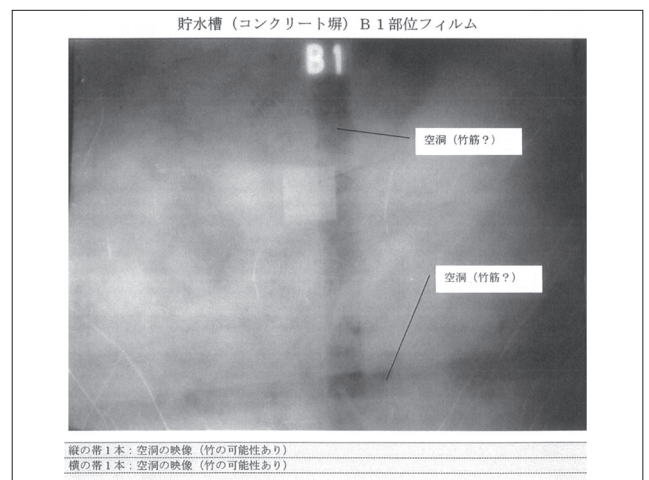


図30 水槽壁面X線写真（2）

おわりに

アナログな測量に比較して、レーザースキャナを使用したデジタル計測は、作業時間や労力、経費の削減において非常に効果的であるが、機材やソフトの導入に係る初期投資はそれなりに高額であり、費用対効果を見据えた利活用が望まれる。しかし、特に大規模な構築物や構造物から構成されることも少なくない近世・近代の文化遺産の記録・保護に関しては極めて有力なツールとなりうることは、すでに多くの指摘がある通りである。

今回のレポートでは、取得した三次元データを二次元の図面に変換して図示してみたが、高密度な三次元データはさまざまな形で活用が可能であり、今後そうした活用についても模索してみたい。

謝辞

八重瀬町慶座井の国土座標基準点計測に関しては木村謙介氏（株式会社パスコ）のご協力を得た。心より感謝申し上げる次第である。

（山崎）

参考文献

- 上原 静 2016「沖縄県の近代煉瓦と建物」『南島考古』 第35号 沖縄考古学会
- うるま市 2014『平敷屋製糖工場跡保存修理調査設計業務－業務報告書－』
- 沖縄県立埋蔵文化財センター 2001『沖縄県戦争遺跡詳細分布調査（Ⅰ）』南部編
- 沖縄県教育委員会 2004『沖縄県近代化遺跡（建造物等）総合調査報告書』沖縄県文化財調査報告書第144集
- 片桐千亜紀・木村謙介・崎原恒寿 2015「名護市天仁屋の碇石とSfM（Structure-from-Motion）を応用した碇石の計測方法」『沖縄県立博物館・美術館 博物館紀要』8
- 木村謙介・縄田雅重 2016「SfM（Structure from Motion）を活用した文化財の記録について」『あやみや』24 沖縄市立郷土博物館
- 具志頭村教育委員会 1986『具志頭村の文化』第1集
- 具志頭村教育委員会 1986『具志頭村の遺跡』具志頭村文化財調査報告書 第3集

- 具志頭村教育委員会 1997『具志頭村の文化財』具志頭村文化財要覧第1集
- 具志頭村史編集委員会 1995『具志頭村史』第4巻（村落編一）
- 具志頭村文化財保護審議委員会『具志頭村文化財要覧』（その二）
- 具志頭村文化財保護審議委員会 1980『具志頭村文化財要覧』（その四）
- 豊田純志 2012『読谷村史』第六巻資料編5「統計にみる読谷山」刊行について 沖縄県地域誌協議会2012年度第1回研修会
- 野口 淳 2020「三次元データの可能性－活用と課題－」『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用2』奈良文化財研究所研究報告24
- 平敷屋字誌編集委員会 1998『平敷屋字誌』
- 八重瀬町教育委員会 2022『八重瀬町史』戦争編
- 読谷村教育委員会 2012「統計にみる読谷山」『読谷村史』第6巻 資料編5
- 八重瀬町教育委員会 2008『八重瀬町の文化財』八重瀬町文化財要覧第1集



写真図版1 慶座井（北東より）



写真図版2 慶座井（西より）



写真図版3 慶座井（南西より）



写真図版4 宜次の製糖工場跡煙突（北西より）



写真図版5 宜次の製糖工場跡煙突（南より）



写真図版 6 平敷屋製糖工場跡煙突（北より）



写真図版 7 平敷屋製糖工場跡煙突（東より）



写真図版 8 平敷屋製糖工場跡煙突に隣接する水槽



写真図版 9 平敷屋製糖工場跡煙突に隣接するヒラカー（井泉）