

善光寺遺跡内直牒洞

常陸太田市内遺跡調査報告書

第16集

2021

茨城県常陸太田市教育委員会

ぜん こう じ い せき ない じき てつ どう
善光寺遺跡内直牒洞

常陸太田市内遺跡調査報告書

2021

茨城県常陸太田市教育委員会

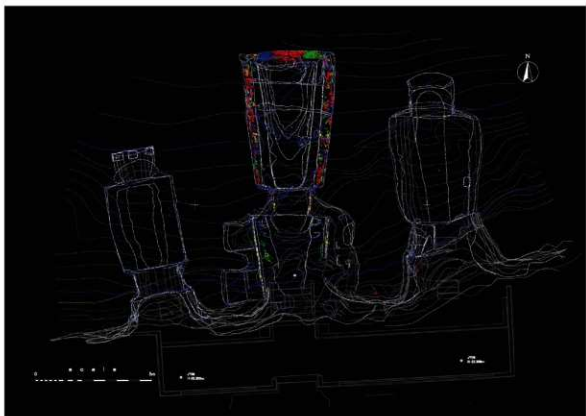
口絵



直標洞



直標洞中央窟



直隸洞三窟平面圖



直隸洞中央窟奧壁阿彌陀三尊

序

常陸太田市は、平成16年12月1日の1市1町2村の合併により、茨城県内第1位の面積を誇る市となりました。市域には300か所を超える埋蔵文化財包蔵地がみられ、県内第2位の規模を誇る前方後円墳の梵天山古墳をはじめ、全長100mを越える星神社古墳と高山塚古墳、久慈郡寺の推定地とされる長者屋敷遺跡など、貴重な遺跡が数多くあります。

当市では、これらの貴重な遺跡の保護・保存を図るとともに、その性格を明らかにすることによって活用を図ることができるようにすることを目的として、市内遺跡事業に取り組み、調査を進めてまいりました。

本報告書は、それらの調査の成果を報告することを目的として刊行するもので、平成28年度に実施された直標洞測量調査で得ることができた成果について盛り込みました。

当市では、総合計画のなかで「地域資源に磨きをかけた観光の振興」をかかげ、その中で歴史資源の保護と活用を進めております。文化財とその周辺環境も含めた総合的な文化財保護及び活用施策の充実を図り、歴史資源に磨きをかけ、地域の活性化に結びついていくものと考えております。本報告書が、そのような歴史資源の保護・活用の一助になるとともに、この成果が少しでも多くの方々のお役に立つことができれば幸いです。

最後になりましたが、調査から報告書の刊行までご指導・ご協力を賜りました皆様に、厚くお礼申し上げます。

令和3年3月

常陸太田市教育委員会
教育長 石川 八千代

例 言

1. 本書は、茨城県常陸太田市松栄町 615 に所在する善光寺遺跡内の県指定彫刻直隳洞の石仏とその洞穴 3 基についての測量調査報告書である。
2. 測量調査は、常陸太田市より委託を受けた（有）三井考測が、常陸太田市教育委員会文化課の指導の下に実施した。
3. 今次調査の現地調査及び整理・報告書作成期間は以下の通りである。

現地調査 平成 28 年 9 月 24 日～平成 29 年 3 月 31 日

報告書作成 令和 2 年 5 月 15 日～令和 3 年 3 月 23 日

4. 調査体制

平成 28 年度

調査主体者	常陸太田市教育委員会	教育長	中原一博
調査指導	常陸太田市教育委員会文化課	係長	西野保
		主任	山口憲一
事務局	常陸太田市教育委員会文化課	課長	大畠敬一
		課長補佐	高橋知之
	同 文化振興係	主幹	大津亮三
	同 文化振興係	主幹	山田明日香

令和 2 年度

調査主体者	常陸太田市教育委員会	教育長	石川八千代
調査指導	常陸太田市教育委員会文化課	主任	山口憲一
事務局	常陸太田市教育委員会文化課	課長	高橋知之
	同 文化振興係	係長	小澤光徳
	同 文化振興係	主任	川崎祐子
	同 文化振興係	主事	手代木早百合
	同 文化振興係	主事	萩谷友里恵

調査・整理担当 三井 猛・梅田由子 現地調査、報告書作成

5. 本書の作成は常陸太田市教育委員会の指導の下、（有）三井考測が行った。
執筆は、第 1・2・5 章を山口、第 3 章を三井、第 4 章第 1 節を三井、第 2 節を梅田、第 3 節を稲田健一、第 4 節を瀬谷貴之、第 5 節を鈴木英之が執筆した。
6. 測量調査及び報告書作成に際しては、下記の関係機関・各位よりご指導・ご協力を賜った。ご芳名を記して謝意を表する次第である。

香仙寺、独立行政法人国立文化財機構 東京文化財研究所、稲田健一、犬塚将英、奥健夫、川瀬由照、菊池社一、朽津信明、三宮治徳、萩 政人、田中美蓉、飛田英世、行方敬太郎、三橋由吾

(敬称略、順不同)

凡 例

1. 測量調査はGNSSを利用したVRS-RTKによって3・4級基準点測量を実施した後にトータルステーションを使用した4級基準点測量により細部基準点を設置した。
2. 測地系は直角平面座標系第IX系（測地2011）である。
3. 標高値は東京湾平均海面（TP）である。
4. 直牒洞三窟の図化は各々の横穴軸線を図面直上方向にした任意座標に回転させて図化をおこなった。
5. 各図版の縮尺はそれぞれの図面にスケールを表記した。

目次

序

例言・凡例

目次

挿図目次・表目次・写真図版目次

第1章 調査に至る経緯と経過	1
第1節 調査に至る経緯	1
第2節 調査の経過と概要	1
第2章 位置と環境	3
第1節 位置と地形	3
第2節 歴史的環境	3
第3章 調査の方法と成果	11
第1節 調査の方法	11
第2節 直牒洞遺跡の地形測量	14
第3節 直牒洞の3次元計測	19
第4節 直牒洞の特殊光撮影調査	43
第4章 調査成果の検討	50
第1節 岩窟遺構の構造	50
第2節 直牒洞の線刻	55
第3節 横穴墓としての直牒洞	67
第4節 直牒洞阿弥陀三尊の製作年代とその背景	77
第5節 了誉聖岡上人と直牒洞	87
第5章 総括	97
まとめにかえて	97

写真図版

調査抄録

挿図目次

- 第2-1 図 善光寺遺跡（直牒洞の石仏）の位置
- 第3-1 図 直牒洞測量・計測調査フロー
- 第3-2 図 基準点網図
- 第3-3 図 直牒洞3窟位置近景
- 第3-4 図 直牒洞付近の地形図
- 第3-5 図 直牒洞と地形
- 第3-6 図 左窟と地形のエレベーション図
- 第3-7 図 中央窟と地形のエレベーション図
- 第3-8 図 右窟と地形エレベーション図
- 第3-9 図 直牒洞中央窟の3次元立体図
- 第3-10 図 左窟3Dスライス画像
- 第3-11 図 右窟3Dスライス画像
- 第3-12 図 中央窟3Dスライス画像
- 第3-13 図 直牒洞左窟羨門
- 第3-14 図 左窟奥壁オルソフォト
- 第3-15 図 左窟側壁オルソフォト
- 第3-16 図 左窟3次元遺構図（真俯観投影）
- 第3-17 図 左窟展開図
- 第3-18 図 左窟展開図（オルソフォト付き）
- 第3-19 図 直牒洞右窟羨門
- 第3-20 図 右窟奥壁オルソフォト
- 第3-21 図 右窟側壁オルソフォト
- 第3-22 図 右窟3次元遺構図（真俯観投影）
- 第3-23 図 右窟展開図
- 第3-24 図 右窟展開図（オルソフォト付き）
- 第3-25 図 直牒洞中央窟入口
- 第3-26 図 前室左壁側羨門痕跡
- 第3-27 図 中央窟前室と支門（羨門側）
- 第3-28 図 中央窟3次元遺構図（真俯観投影）
- 第3-29 図 中央窟展開図
- 第3-30 図 中央窟展開図（オルソフォト付き）
- 第3-31 図 中央窟床面オルソフォト
- 第3-32 図 中央窟天井面オルソフォト
- 第3-33 図 中央窟左壁面オルソフォト
- 第3-34 図 中央窟右壁面オルソフォト
- 第3-35 図 中央窟奥壁面オルソフォト
- 第3-36 図 現状の奥壁 阿弥陀三尊
- 第3-37 図 奥壁の点群データ
- 第3-38 図 奥壁全体の3次元等高線図
- 第3-39 図 阿弥陀三尊の点群データ（拡大）
- 第3-40 図 3次元等高線図（阿弥陀三尊拡大）
- 第3-41 図 左壁面の小穴
- 第3-42 図 右壁面の小穴
- 第3-43 図 近赤外線画像（左壁面孔）
- 第3-44 図 近赤外線画像（右壁面孔）
- 第3-45 図 近赤外線画像（奥壁 阿弥陀三尊上部）
- 第3-46 図 近赤外線画像（奥壁 阿弥陀三尊下部）
- 第3-47 図 S f M/MVSによる近赤外線オルソ画像
（中央窟奥壁 阿弥陀三尊）
- 第3-48 図 S f MMVSによる近赤外線オルソ画像
（中央窟天井）
- 第3-49 図 S f M/MVSによる近赤外線オルソ画像
（中央窟玄室左壁）
- 第3-50 図 S f M/MVSによる近赤外線オルソ画像
（中央窟玄室右壁）
- 第3-51 図 中央窟玄室フォトルミネッセンス画像
- 第3-52 図 フォトルミネッセンス画像（左壁面孔）
- 第3-53 図 フォトルミネッセンス画像（右壁面孔）
- 第3-54 図 壁面小穴からの照明効果
（中央窟奥壁阿弥陀三尊）
- 第4-1 図 直牒洞3窟位置と間隔
- 第4-2 図 直牒洞中央窟鎗鉋工具痕跡
- 第4-3 図 直牒洞左窟工具痕跡
- 第4-4 図 直牒洞中央窟と赤羽横穴墓群
B支丘1号墓の比較図
- 第4-5 図 線刻石塔 左壁 17
- 第4-6 図 左壁 線刻石塔
- 第4-7 図 左壁 線刻文字

- 第4-8 図 線刻五輪塔 右壁 122・123
- 第4-9 図 線刻五輪塔 右壁 105
- 第4-10 図 右壁 線刻石塔
- 第4-11 図 線刻文字 36 およびその他の線刻
- 第4-12 図 右壁 線刻文字
- 第4-13 図 奥壁 線刻石塔
- 第4-14 図 奥壁 線刻文字
- 第4-15 図 直牒洞中央窟の横穴墓の名残と
後世の改変の痕跡
- 第4-16 図 直牒洞横穴墓実測図
- 第4-17 図 直牒洞横穴墓の立地
- 第4-18 図 直牒洞横穴墓と日立市赤羽B 1 横穴墓
- 第4-19 図 大型横穴墓の規格の類似
- 第4-20 図 善光寺横穴墓群第3号横穴墓
- 第4-21 図 常陸太田市の横穴墓の分布図
- 第4-22 図 北への玄関口に位置する大型横穴墓
- 第4-23 図 直牒洞横穴墓周辺の主な関連遺跡と時期
- 第4-24 図 遠江地域の古墳と横穴墓の階層モデル
- 第4-25 図 大谷磨崖仏 千手観音立像
平安時代初期 栃木県宇都宮市
- 第4-26 図 大谷磨崖仏 伝釈迦三尊像
平安時代前期 栃木県宇都宮市
- 第4-27 図 大悲山石仏(薬師堂) 如来坐像
平安時代初期 福島県南相馬市
- 第4-28 図 大悲山石仏(薬師堂) 菩薩立像
平安時代初期 福島県南相馬市
- 第4-29 図 大悲山石仏 薬師堂内部
平安時代初期 福島県南相馬市
- 第4-30 図 吉名岩屋堂磨崖仏及び横穴墓
平安時代 福島県南相馬市
- 第4-31 図 崎岩屋堂磨崖仏 鎌倉時代
千手観音像 福島県南相馬市
- 第4-32 図 塩崎岩屋堂磨崖仏 鎌倉時代
薬師如来像 福島県南相馬市
- 第4-33 図 和田大仏及び横穴墓群 大仏部分
平安時代 福島県須賀川市
- 第4-34 図 和田大仏及び横穴墓群 横穴墓部分
平安時代 福島県須賀川市
- 第4-35 図 館ヶ岡磨崖仏 鎌倉時代 福島県須賀川市
- 第4-36 図 久保磨崖仏 平安時代 福島県いわき市
- 第4-37 図 住吉遍照院磨崖仏 平安時代後期
福島県いわき市
- 第4-38 図 阿弥陀如来坐像 平安時代後期
祥光寺所蔵(茨城県)
- 第4-39 図 薬師如来坐像 平安時代後期
西蓮寺所蔵(茨城県)
- 第4-40 図 菩薩立像 平安時代後期
大妻寺所蔵(茨城県)
- 第4-41 図 伝月光菩薩立像 平安時代前期
大善寺所蔵(福島県)
- 第4-42 図 薬師如来坐像 平安時代前期
大善寺所蔵(福島県)
- 第4-43 図 伝日光菩薩立像 平安時代前期
大善寺所蔵(福島県)
- 第4-44 図 薬師如来坐像 平安時代前期
南禪寺所蔵(静岡県)
- 第4-45 図 阿弥陀如来坐像 平安時代前期
奈良国立博物館所蔵
- 第4-46 図 阿弥陀三尊像(善光寺式)
永仁三年(1295) 万福寺所蔵(茨城県)
- 第4-47 図 直牒洞での聖阿

表目次

- 第 2-1 表 善光寺遺跡周辺遺跡一覧表
第 3-1 表 基準点成果
第 4-1 表 古代尺変換表
第 4-2 表 3 窟間の距離変換
第 4-3 表 直牒洞中央窟と赤羽横穴墓群 B 支丘 1 号墓の規格性比較
第 4-4 表 左壁 線刻石塔 計測表
第 4-5 表 左壁 線刻文字一覧
第 4-6 表 右壁 線刻石塔 計測表
第 4-7 表 右壁 線刻文字一覧
第 4-8 表 奥壁 線刻石塔 計測表
第 4-9 表 奥壁 線刻文字一覧表
第 4-10 表 直牒洞横穴墓と日立市赤羽 B 1 横穴墓

写真図版目次

- 図版 1 1960 年 - 1970 年の直牒洞中央窟奥壁 1996 年撮影直牒洞中央窟奥壁
図版 2 2015 年撮影直牒洞中央窟奥壁 2017 年撮影直牒洞中央窟奥壁
図版 3 直牒洞左窟 直牒洞左窟羨道部 直牒洞左窟羨門 直牒洞左窟奥壁及び石仏 直牒洞右窟
直牒洞右窟羨道部
図版 4 直牒洞右窟玄門 直牒洞右窟奥壁及び石仏 直牒洞中央窟 直牒洞中央窟玄門（羨門側）
直牒洞中央窟前室やぐら 直牒洞中央窟玄門
図版 5 直牒洞中央窟玄門付近床面 直牒洞中央窟玄室床面 直牒洞中央窟屍床（左側） 直牒洞中央窟屍床（右側）
直牒洞中央窟玄室左壁（玄門側） 直牒洞中央窟玄室左壁（中央付近）
図版 6 直牒洞中央窟玄室左壁（奥壁側） 直牒洞中央窟玄室右壁（奥壁側） 直牒洞中央窟玄室右壁（中央付近）
直牒洞中央窟玄室右壁（中央付近） 直牒洞中央窟玄室右壁（玄門側） 直牒洞中央窟奥壁阿弥陀三尊

第1章 調査に至る経緯と経過

第1節 調査に至る経緯

常陸太田市松栄町615の香仙寺の敷地内に位置する善光寺遺跡内の直牒洞は、等間隔に並んだ3基の横穴墓を転用したと考えられる仏教窟遺跡である。中央窟奥壁の阿弥陀三尊像は昭和45年9月28日に県指定彫刻「直牒洞の石仏」となった。中央窟の両側壁には五輪塔や仏教用語などが刻まれ、この地域の平安末から中世における浄土信仰の在り方を窺ううえで重要な位置を占める。

近年、直牒洞を含む3窟は、周辺環境の変化や水分を多く含んだ岩質であることにより、線刻・彫像表面への菌類や地衣類の付着による浸食が進行しているため、菌類の除去や表面の保存処理などの対策を講じる必要性が生じていた。これまでに洞窟に関する詳細なデータが存在していなかったため、保存方法に資するための現状の基礎データを得る必要があった。

現状における線刻壁画や磨崖仏等の状態を詳細に記録保存し、今後の保存処理の進め方に資するための基礎データを構築することを目的とし、トータルステーションとSfM/MVS写真計測による3次元遺構調査測量を実施する運びとなった。

これを受けて、常陸太田市教育委員会では、善光寺遺跡内の直牒洞を含む3窟を調査対象として測量調査による記録保存を実施することとし、平成28年9月23日、(有)三井考測と業務委託契約を締結。測量調査を実施することとなった。

直牒洞測量調査は、平成28年9月24日から平成29年3月31日までの約6ヶ月間実施した。

第2節 調査の経過と概要

調査に先立ち調査担当者は、常陸太田市教育委員会と測量調査に関する事前打合せを実施した。

- 9月27日 調査計画の打合せ。
- 9月28日 資料調査
- 9月29日 資料調査
- 10月10日 資料調査
- 10月25日 現地打合せ、基準点選点
- 10月26日 除草作業、基準点測量
- 10月31日 直牒洞地形測量
- 11月1日 中央岩窟羨道部の3次元計測(TS)
- 11月3日 3次元計測データ解析
- 12月19日 岩窟前面岸壁3次元計測(TS)

- 12月20日 岩窟前面岸壁3次元計測 (TS)
- 1月9日 岩窟前面岸壁3次元計測 (TS)
- 1月10日 岩窟前面岸壁3次元計測 (TS)
- 1月23日 中央岩窟前室3次元計測 (TS)
- 1月24日 中央岩窟前室3次元計測 (TS)
- 2月2日 中央岩窟前室3次元計測 (TS)
- 2月3日 中央岩窟前室、縦軸エレベーション、写真計測用標定点の3次元計測 (TS)
- 2月6日 中央岩窟前室及び後室3次元計測 (TS)
- 2月8日 中央岩窟後室3次元計測 (TS)
- 2月9日 中央岩窟写真計測写真撮影
- 2月10日 左岩窟3次元計測 (TS)
- 2月20日 左岩窟及び右岩窟3次元計測 (TS)
- 2月23日 右岩窟3次元計測 (TS)
- 2月28日 写真計測用標定点の3次元計測 (TS)
- 3月2日 特殊光撮影調査 (近赤外線、近紫外線撮影)、現場を撤収。
- 3月6日～10日 データ解析作業。

第2章 位置と環境

第1節 位置と地形

常陸太田市は、県都水戸市から北に約20kmの県北部に位置し、南北に長い形状で、北は福島県東白川郡塙町・矢祭町、東は高萩市、日立市、南は那珂市、西は常陸大宮市、久慈郡大子町と接している。1954年（昭和29年）7月に周辺の1町6村が合併して施行され、翌年には久慈郡世矢村、河内村と合併した。さらに平成16年12月には久慈郡金砂郷町、水府村、里美村が編入し、現在に至っている。南北40km、東西15kmの範囲で総面積は371.99㎡となり、茨城県内で最大面積を有する自治体である。

今回の調査場所は、常陸太田市の南部、東に久慈川の支流浅川、西と南に久慈川が流れる丘陵の間の東西に入る小支谷に位置し、松栄町615番地の不軽山莊嚴院香仙寺の敷地内の裏山に所在している。香仙寺の裏山は、シルト又はシルトと砂岩の互層、あるいは凝灰質泥岩が基盤層の山であり、直牒洞を含む3窟は南斜面に造られている。なお、同一斜面には東西にわたり数か所に横穴墓が造られている。

第2節 歴史的環境

第1項 周辺の遺跡分布について

直牒洞の所在する善光寺遺跡周辺の金砂郷地区には、古くは旧石器時代から近世までの各時代に属する遺跡が分布している。遺跡分布の大きなまとまりは、浅川右岸鬼越から中野町付近の細長い丘陵上<1~11>、山田川右岸の小島・鳥町付近の低地・独立丘陵上<12~15>、浅川と山田川の間の方町<18~23>などの細長い丘陵上、山田川右岸の高柿町<26~30>から、そして山田川と湯ノ沢川の合流地点付近の丘陵縁辺部<32~39>など複数個所で認められる。（鈴木1989）

特に古墳時代は、常陸太田市南部を中心とし、古墳の築造が盛んに行われていたようである。久慈川に面している鳥町から箕町にかけての地域では、古墳時代前期に築造されたと考えられる全長151mの前方後円墳である梵天山古墳を中心とする梵天山古墳群<14>や全長100mの前方後円墳である星神社古墳<12>、中野町の独立丘陵上に位置する全長70mの前方後円墳である中野富士山古墳<9>、前方後円墳や円墳が分布する諏訪古墳群<6>、墳丘が削平され石室が露出している前方後円墳である道場塚古墳<5>などの巨大な古墳とともに、「百穴」と呼称される鳥横穴墓群<15>をはじめ多くの横穴墓群が存在することが知られている。（大塚1974・茂木、田中2005、井2013）

善光寺遺跡の同一斜面西側に位置し、1992年に発見された善光寺横穴墓群<2>は、発掘調査により県内でも数少ない金銅装大刀や大型の勾玉類などが出土している。また、同じ松栄地区では、近接して造られた横穴墓同士が後世の掘削により繋がり、床面があたかも2階建て構造のような穴となっていることから名づけられたと考えられる二階穴（横穴）<3>も知られている。松栄町の

南に隣接する中野町には、1963年に調査され、31基の横穴墓が確認されたばかり穴横穴墓群<7>も存在する。高柿町には壁面に人物画が描かれた猫洞横穴墓群<30>が所在している。(関根・高根1968)

太田地区の市街地でも、壁面に鳥や船が描かれた幡バツケ横穴墓群<45>(大森1974)、幡山横穴墓群<44>、山吹山横穴墓群<41>など多数の横穴墓が常陸太田市の南部に広く分布して造られており、その数は数百基にも及ぶといわれ、茨城県内でも有数の横穴墓の密集地域とされている。

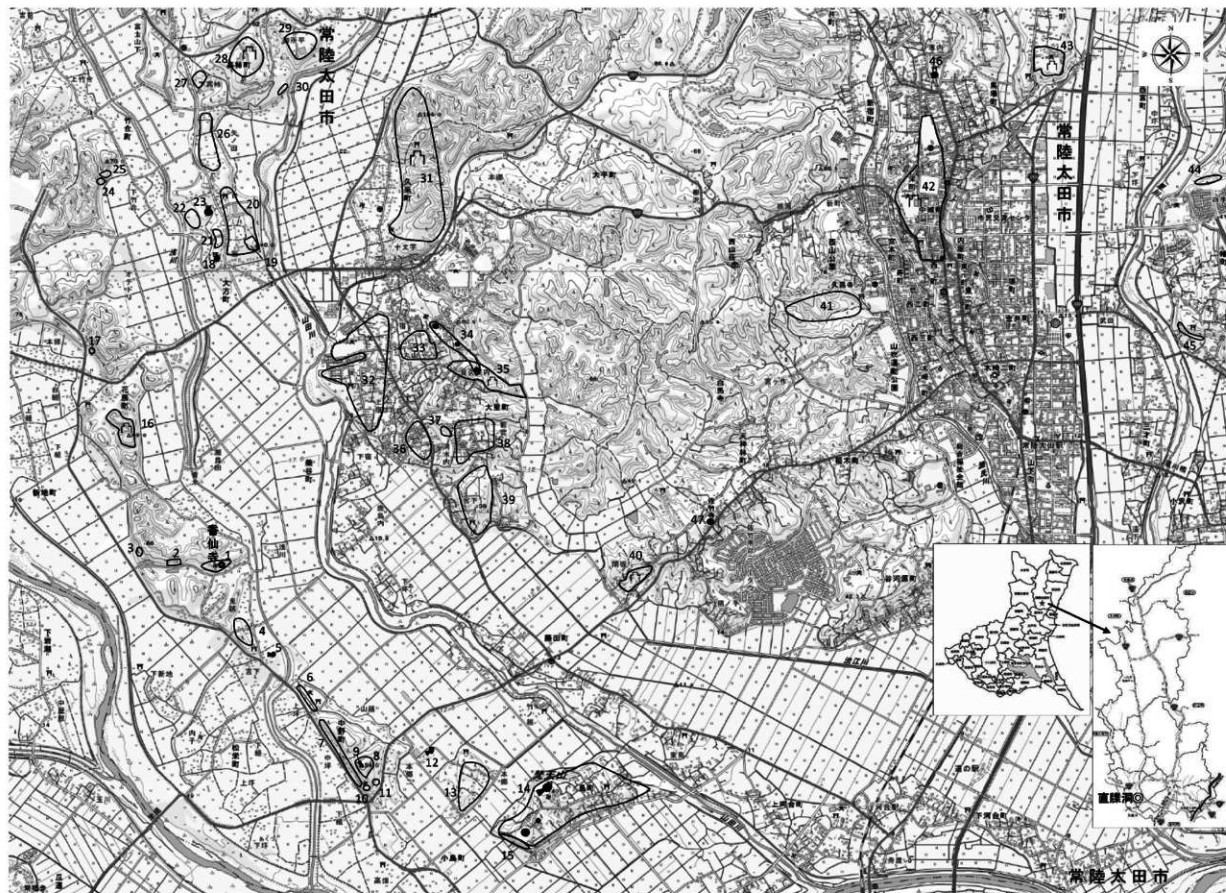
奈良・平安時代では、金砂郷中学校がある大里町や薬谷町付近に長者屋敷遺跡<32>があり、焼米や布目瓦、基礎遺構、掘立柱建物跡、「久寺」と書かれた墨書土器などが確認されていることから郡衙や駅家、寺院などの存在が想定でき、『常陸国風土記』にいう久慈郡衙の所在地として比定されている。(齋藤1985) このことから古代より政治的に重要な拠点がこの地域にあったことがうかがえる。

中世では、常陸佐竹氏の本拠地であり、関連する城館や寺社が数多く存在している。佐竹氏は、平安時代末期に馬坂城<40>に居を構え、佐竹3代隆義の時に太田城<42>に移り、1591年(天正19年)に水戸城に移るまで本拠としていた。佐竹氏に関連する城館としては、佐竹北家の居城であった久米城跡<31>や花房城跡<16>、高柿城跡<28>、瑞龍町に所在する小野崎城跡<43>など市内には大小含め70以上の城館跡が存在する。佐竹氏に関連する寺社としては、太田城の北に一族の守護神として建立された八幡宮(馬場町)<46>がある。現社殿は1580年(天正8年)に佐竹19代義重によって造営され、市の文化財に指定されている。また、佐竹氏の菩提寺であった正宗寺(増井町)には、足利尊氏の書状をはじめとする文書や絵画などが多く残されている。佐竹一族代々の祈願所であった佐竹寺<47>は、1546年(天文15年)に現在の位置に移ったといわれており、現在の本堂は安土桃山時代の建築様式を今に伝えており、国指定重要文化財になっている。

※文中の<>内の番号は、第2-1表、第2-1図の該当遺跡番号と同じである。

参考・引用文献

- 常陸太田市史編さん委員会編 1984 『常陸太田市 通史編 上巻』常陸太田市
茨城県教育庁文化課 2001 『茨城県遺跡地図(地名表編・地図編)』茨城県
鈴木素行 1989 『弥生・古墳時代の金砂郷』[金砂郷村史]
大塚初重 1974 『梵天山古墳』[茨城県史料 考古資料編古墳時代]茨城県
茂木雅博・田中裕貴 2005 『常陸の前方後円墳 茨城大学人文学部考古学研究報告第8冊』
井博幸 2013 『久慈川中流域の首長墓Ⅰ』[蓼良岐考古第35号]
善光寺横穴群発掘調査会編 1992 『善光寺横穴群発掘調査報告書』金砂郷村教育委員会
関根忠邦・高根信和 1968 『茨城県久慈郡金砂郷村猫洞横穴調査報告』[茨城考古学]第1号 茨城考古学会
大森信英 1974 『幡バツケ横穴墓群』[茨城県資料 考古学編 古墳時代]茨城県
常陸太田市教育委員会 1978 『幡山遺跡発掘調査報告』
齋藤忠 1985 『茨城県史 原始古代編』茨城県



第21図 善光寺遺跡（直蝶洞の石仏）の位置

第2-1表 善光寺遺跡周辺遺跡一覧表

番号	遺跡名	時代						
		旧石器	縄文	弥生	古墳	奈良 平安	中世	近世
◎	直礫洞の石仏					○	○	
1	善光寺遺跡					○		
2	善光寺横穴墓群				○			
3	二階穴（横穴）				○			
4	鬼越古墳群				○			
5	道場塚古墳				○			
6	諏訪古墳群				○			
7	ばくち穴横穴群				○			
8	東山古墳群				○			
9	中野富士山古墳				○			
10	長慶寺跡						○	
11	大角寺跡						○	
12	星神社古墳				○			
13	本郷遺跡			○	○	○		
14	梵天山古墳群				○			
15	島横穴墓群				○			
16	花房城跡						○	
17	寺山寺院跡						○	
18	大方鹿島神社古墳				○			
19	大方古墳群				○			
20	大方台遺跡			○	○	○		
21	下宿遺跡			○	○	○		
22	矢ノ田遺跡			○	○	○		
23	大方熊野神社古墳				○			
24	竹合横穴群				○			
25	寺山遺跡						○	
26	幕平遺跡				○	○		
27	内出遺跡					○		
28	高柿城跡						○	
29	草倉遺跡				○	○		
30	猫淵横穴群				○			

番号	遺跡名	時代						
		旧石器	縄文	弥生	古墳	奈良 平安	中世	近世
31	久米城						○	
32	長者屋敷遺跡		○	○	○	○	○	
33	目久保内遺跡			○	○	○		
34	北宿古墳群				○			
35	大里荒谷城跡						○	
36	万空内遺跡		○	○	○	○		
37	御陣屋城遺跡		○			○	○	○
38	前官遺跡	○		○	○	○		
39	宮崎前遺跡		○	○	○	○		
40	馬坂城跡						○	
41	山吹山横穴墓群				○			
42	太田城跡						○	○
43	小野崎城						○	
44	幡山横穴墓群				○			
45	幡バツケ横穴墓群				○			

番号	史跡名	所在地
46	八幡宮	馬場町
47	佐竹寺	天神林町

第2項 香仙寺の概要と直牒洞に関する過去の調査について

香仙寺の概要

香仙寺は、常陸太田市松栄町にある浄土宗寺院で、不軽山莊嚴院香仙寺という。本寺は瓜連常福寺（現那珂市）である。「開基報」によれば、1432年（永享4年）に本寺瓜連常福寺3世明誓により開かれたとある。

寺伝によればこの地には新善光寺という源頼朝の妻政子の庇護によって創建された天台宗寺院があったという。ここには香仙人なる人物が居住していたが、瓜連常福寺第2世了誓聖阿上人13回忌時にこの寺地に明誓が開基し、浄土宗寺院になったという。そしてこれ以降香仙人の名をとって不軽山莊嚴院香仙仁寺と称するようになったという。

なお、直牒洞と呼称される由来は、後に浄土宗中興の祖と言われる瓜連常福寺第2世了誓聖阿上人が、常福寺の類焼や佐竹の兵乱をのがれるために1388年（嘉慶2年）から1396年（應永3年）までの間この洞窟に籠り「決疑鈔直牒」10巻を著したと伝えられており、これが直牒洞の名前の由来になっていると考えられている。

また、境内には県指定天然記念物である香仙寺のシイ（1971年（昭和46年）1月28日指定）が所在している。根本周囲約12m、目通り周囲約9.5m、樹高約25m、推定樹齢約600年で、シイとしては県内有数の巨樹である。一説には、了誓聖阿上人が直牒洞に籠った際に、その間の食糧として、柿・椎の実を食したと伝えられ、その椎の木であるとされている。

直牒洞に関する過去の調査について

直牒洞の石仏は、1970年（昭和45年）9月28日付で茨城県指定彫刻となった。

茨城県教育委員会から1971年3月に刊行された『茨城の文化財 第10集』や2003年（平成15年）刊行の『茨城の文化財 第41集』によると直牒洞の石仏は、「阿弥陀三尊磨崖仏、石造、浮彫、高さ約3m、幅約3.7m。香仙寺本堂背後の直牒洞といわれる3窟の中央窟奥壁に、薄肉彫りで、法衣を偏袒右肩にまとい、阿弥陀定印を結び蓮華座上に結跏趺坐する中尊と、左右にはほぼ同形の脇侍菩薩像がそれぞれ二重光背の中に配されています。3尊とも幅広い面相、太造りの体部など平安時代後期の風を伝えていますが、地方化した表現もみられ、造立は鎌倉時代とも思われる。」と紹介されている。

石窟の調査については、1976年（昭和51年）刊行の『史迹と美術』第463号において中村進氏による「常陸香仙寺石窟仏について」で、中央窟の計測がなされており、石窟の形状の特徴や中央に彫られた阿弥陀如来坐像と両脇侍、両壁の五輪塔などの線刻についても考察が行われている。石仏の造像時期については、阿弥陀如来坐像と両脇侍の様式的な特徴などから「平安時代後期の造像と推定する。」とあり、平安時代後期の石窟寺の遺構として貴重であると紹介している。（中村1976）

文献史料からの直牒洞や香仙寺に関する考察は、1983年刊行の『茨城県歴史館報』10に掲載されている堤禎子氏の「願行房と常州阿弥陀山-東国における鎌倉後期の仏教の展開をめぐる二、三

の問題-」がある。この論考は、中世における常陸国の仏教の展開の様相、特に浄土宗教団の展開の素地となったものについての考察がなされており、香仙寺開基以前より阿弥陀三尊が彫られた。洞窟は「常陸国櫛ノ郡、阿弥陀山」と知られていた場所であることやこの地にも善光寺信仰がもたらされていることなど、史資料から読み解ける当時の在地宗教の展開の状況についてもふれたものである。(堤1983)

参考・引用文献

- 金砂郷村史編さん委員会 1989 『金砂郷村史』金砂郷村
茨城県教育委員会 1971 『茨城の文化財』第10集 茨城県教育委員会
茨城県教育委員会 2003 『茨城の文化財』第41集 茨城県教育委員会
中村進 1976 「常陸香仙寺石窟仏について」『史迹と美術』第46-3号 史迹美術同致会
堤禎子 1983 「願行房と常州阿弥陀山-東国における鎌倉後期の仏教の展開をめぐる二、三の問題-」
『茨城県歴史館報』10 茨城県立歴史館

第3章 調査の方法と成果

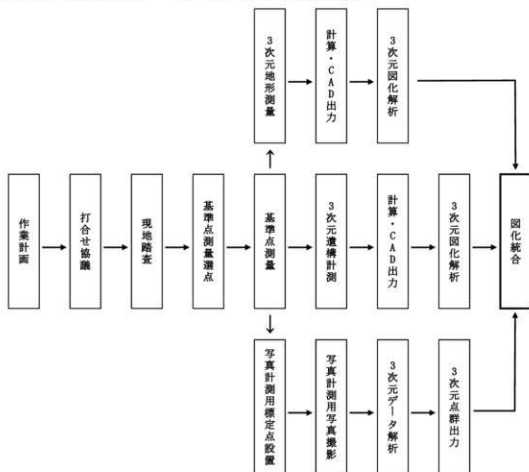
第1節 調査の方法

直牒洞は横穴墓が多数遺存する丘陵地の一角に所在し、並列する3基の岩窟で構成されている仏教岩窟遺構である。特に中央の岩窟は大型の岩窟であり奥壁には阿弥陀三尊磨崖仏の石仏が彫られ、左右の壁面には多数の五輪塔や文字が線刻されている。

仏教岩窟遺構には仏教施設としての宗教に関する情報他に構造や建築様式など様々な情報がある。それらの情報をできる限り記録するために、SfM / MVSによる3次元写真計測とトータルステーションを併用した3次元計測を併用して計測記録することで、測量・計測学的に優れた3次元計測記録ができる。また、近赤外線や近紫外線による光学的な調査を加えることでより複合的な調査をおこなうこととした。

主な調査項目は次の通りである。

- ・ 岩窟築造地の微地形調査 ・ 岩窟の建築様式と構造の3次元計測
- ・ 岩窟内の磨崖仏と線刻図文の3次元計測
- ・ 横穴内の地衣類繁茂状況 ・ 岩窟の地質と劣化状況の記録



第3-1図 直牒洞測量・計測調査フロー

測量方法

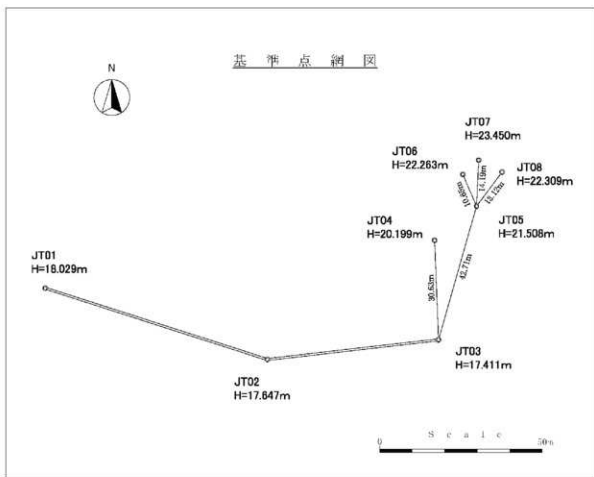
(1) 基準点測量

直隳洞岩窟遺構を測量・計測するに当たり先ずは位置情報の確定が必須となる。これは考古学における調査記録（位置情報）の保全と今後の活用のためと、本調査事業が常陸太田市発注の公共測量（測量法第5条）の性格上からも日本国で定められた座標系 ITRF94 よって地理的位置を基準点測量によって求めた。

基準点名	X	Y	Z	備考
JT01	58187.863	56629.751	18.029	VRS-RTK
JT02	58165.952	56698.120	17.647	VRS-RTK
JT03	58171.970	56750.793	17.411	VRS-RTK
JT04	58202.583	56749.588	20.199	級基準点
JT05	58213.053	56762.502	21.508	4級基準点
JT06	58222.834	56758.277	22.263	4級基準点
JT07	58227.229	56763.178	23.450	4級基準点
JT08	58223.556	56770.368	22.309	4級基準点

第3-1表 基準点成果

基準点測量はGNSSを利用したVRS-RTKによって3・4級基準点測量を実施した後にトータルステーションを使用した4級基準点測量により細部基準点を設置した。基準点測量によって得られた成果は第3-1表及び第3-2図の通りである。なお、直隳洞の代表地点の緯度経度は $B=36^{\circ} 31' 23''$ 、 $L=140^{\circ} 28' 01''$ 、直角平面座標系は第IX系（測地2011）である。



第3-2図 基準点網図

GNSSによるVRS-RTK基準点測量は、日本GPSソリューションズ製NetSuev3000を使用し、4級基準点測量及び3次元地形測量はLeica製TS15P5トータルステーションを使用した。計算処理と図化解析は福井コンピュータ製BlueTRENDで計算処理をさせた。

(2) 3次元地形測量

地形測量対象地は、直隙洞を中心とした崖地で面積は約400㎡である。測量方法は通常地形測量とは異なり、微細な地形の変化を3次元で測り考古学的考察を可能とする3次元微地形測量に準じた測量方法を行った。

具体的な測量方法は、考古学調査において行われる調査技法を測量に用いて全ての測点に名称とNo付けをして縮尺精度1/250で測量した。数量分類は、無作為かつ定間隔で計測した測点(約5㎡当り1測点)、属性分類は地形を構成する形状や性格等の地勢を大分類→中分類→小分類の順でできる限り分類して属性記号、通し番号(トータルNo)の順で名称を付けて計測記録する。測量データは数量分類した測点と属性分類した測点を統合して計算後、3次元CADによる図化解析することで、より実際の地形や遺構に即した3次元地形図を作成できるようにした。なお、この遺跡に特化した測量で得られる情報量は、通常の詳細測量である縮尺1/250に対して情報量は約4.5倍、面的な情報量は約20倍となる。

(3) 3次元遺構計測

3次元遺構計測は、直隙洞を構成する3基の岩窟本体に対して計測記録を実施した。計測面積は平面積約120㎡で、岩窟全体の総立体面積では約330㎡である。

計測精度は縮尺精度1/40の詳細な3次元計測を実施した。なお、計測方法は上記の地形測量と同様に考古学調査において行われる調査技法を計測に用いている。

全ての測点に名称とNo付けをして数量分類は、無作為かつ定間隔で計測した測点(約30cm～40cm当り1測点)、属性分類は岩窟を構成する形状や性格等毎に分類して属性記号、通し番号(トータルNo)の順で名称を付けて計測記録した。

(4) SfM/MVSによる3次元写真計測

SfM/MVS(Structure from Motion/Multi View Stereo)による写真計測は、従来の写真測量技術とは異なり近接撮影の詳細写真と全体を把握するための写真を関連付けさせることにより遺構の全体像を把握しつつ詳細部分も記録でき、多面的かつ大量のタイポイントのマッチングが可能である。また、トータルステーションによる3次元計測では記録が困難な細かな凹凸や線刻、土層や人為的色彩の色情報も含めた詳細な遺構情報を取得できる。そのため、岩窟遺構等の複雑な立体物の計測記録には有効な手段である。

第2節 直牒洞遺跡の地形測量

3次元地形測量

地形測量は3次元微地形測量（縮尺精度1/100）に準じた測量方法を行った。測量は考古学的調査方法である数量分析と属性分析の分析方法を取り入れ、測量実施時に数量分析のための分類と属性分析をおこなうための分類をおこない測量点に両分類法の記号を付加して測量した。

数量分類は、無作為かつ定間隔で計測した測点（約5㎡当り1測点）、属性分類は地形を構成する形状や性格等の地勢を大分類→中分類→小分類の順でできうる限り分類して属性記号、通し番号（トータル No）の順で名称を付けて計測記録する。

属性分類中の大分類は下記の通りである。

- ・ 自然地形と人工的に造成された人為的地形改変地。
- ・ 地表面に表れる遺構に起因する凹凸や規則性のある法面等の地形。
- ・ 現代の土地利用による人為的な地形改変を受けた地形と構造物等。

中分類は大分類毎に下記のとおりである。

- ・ 地表遺構：部、岩窟開口部、地形改変部、整地部、窪地部等。
- ・ 現代の土地利用と人工構造物、小道、墓地、造成地、階段、ブロック等。
- ・ 自然地形：尾根地形部、谷地形部、自然地形地勢変化部等。
- ・ 人工自然不明地形：連続する傾斜面であるが不定形不均一地形、不定形窪地等。

小分類は、中分類をおこなった地形をより細分化した微地形の情報を記録する。

なお、等高線は計曲線5.0m、主曲線1.0m、補助曲線0.5mで表現図化解析した。

3次元地形測量に使用したトータルステーションはLeica製TSI5P5である。計算処理と図化解析は福井コンピュータ製BlueTRENDで計算処理をさせ3次元CADを使用して3次元図化解析をおこなった。

直牒洞の立地と周辺地形



第33図 直牒洞3窟位置近景

直牒洞は、西に久慈川、東に浅川と山田川に挟まれた舌状台地突端の丘陵内にある三方を山で囲まれた小さな谷津の左岸側崖面に岩窟が築造されている。

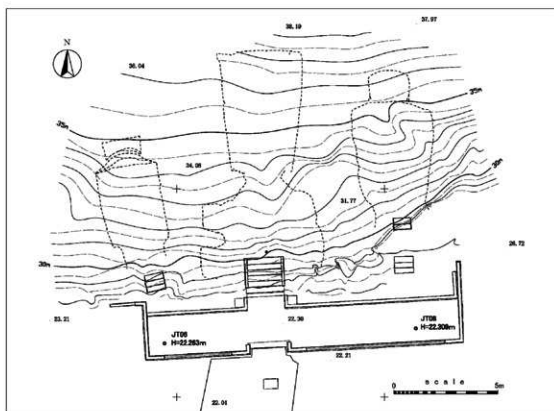
直牒洞から西側の谷津上流へ250mほどの位置には善光寺横穴群があり、古くから横穴墓等の岩窟を築造するに適した地形と言える。直牒洞のある標高約23mの露岩地の岩質は中砂を多く含むの凝灰質砂岩の岩層であると観察出来る。

直牒洞の3窟は、丘陵裾部のオーバーハングする約5mの直壁状露岩地に築造され、上部地形は約9.5mの高さまで平均傾斜角は約57°、その上の地形の平均傾斜角が約33°という非常に急峻な地形になっている。この急斜地の中間には、幅が0.5m～1.0mほどの小さな平坦面が所々確認出来、付近

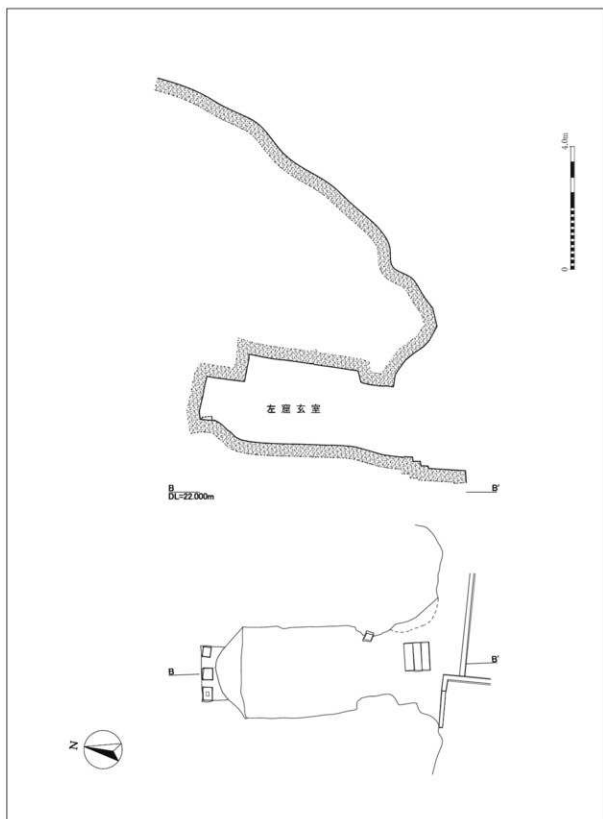


第34図 直牒洞付近の地形図

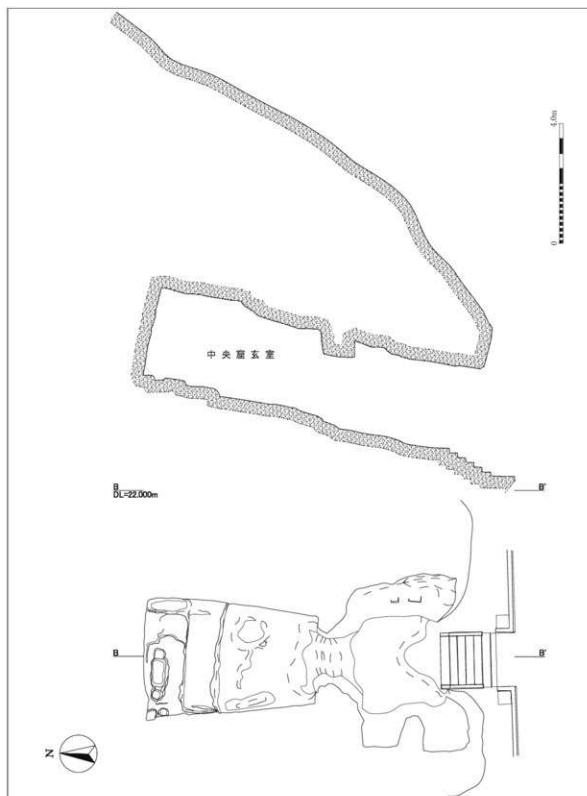
(国土地理院1/25000を使用した遺跡分布図に加筆) されている。



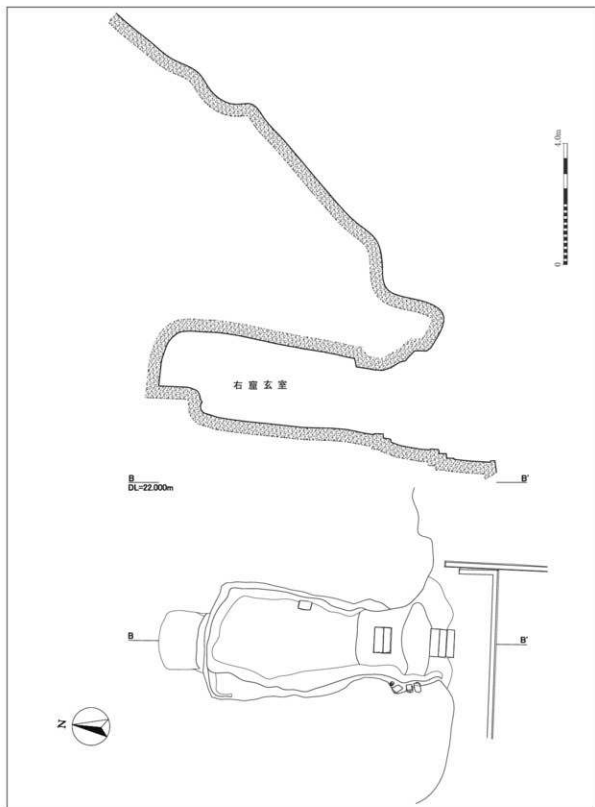
第35図 直牒洞と地形 (破線は直牒洞の3窟位置)



第36図 左窟と地形のエレベーション図



第3-7図 中央窟と地形のエレベーション図

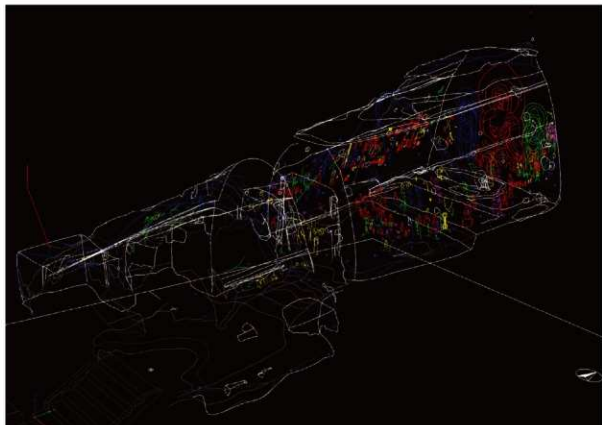


第38図 右窟と地形エレベーション図

第3節 直牒洞の3次元計測

3次元遺構計測

(1) トータルステーションによる3次元計測



第3-9図 直牒洞中央窟の3次元立体図

直牒洞内のトータルステーションによる計測方法は、3次元地形測量と同様に数量分類と属性分類によって計測をおこなった。

トータルステーションによる計測では現地遺構を観察した結果を分類して直接測ることで得られる属性分類計測で岩窟遺構の部位毎に分類することで遺構の建築様式を明瞭にすることを可能にすることができる。この計測方法は、レーザースキャナや写真計測では不向きな現地遺構での考古学的分類が可能である。

計測時の属性分類は岩窟毎に大分類→中分類→小分類の順で下記の種類で分類し計測記録した。

大分類

・中央窟 ・左窟 ・右窟 等

中分類

・奥壁 ・側壁 ・天井 ・床 ・棺座 ・玄門 ・羨門 ・磨崖仏 ・岩窟内クラック（断層）
 ・工具痕跡 ・岸壁面開口部 ・石造物 等

小分類

- ・ 壁面割れ ・ 壁推定線 ・ 天井割れ ・ 玄関形成線 ・ 羨門形成線 ・ 工具痕跡ライン
- ・ 削り痕跡外形線 ・ 削り痕跡内形線 ・ 棺台上 ・ 棺台中 ・ 棺台下 ・ 壁面孔上 ・ 壁面孔中
- ・ 壁面孔下 ・ 床孔上 ・ 床孔中 ・ 床孔下 ・ 磨崖仏外形線 ・ 磨崖仏内線線 ・ 石造物外形線
- ・ 石造物内形線 等

3次元遺構計測に使用したトータルステーションはLeica製TS15である。

計算処理と図化解析は福井コンピュータ製BlueTRENDで計算処理をさせ3次元CADを使用して3次元図化解析をおこなった。

(2) SfM/MVSによる3次元計測

SfM / MVSによる3次元写真計測は、トータルステーションによる3次元計測を併せて行った。直澤洞のような地中に築造された遺構は、岩窟内の空間内に壁と壁の角部構造線、天井の棟部等の構造線や岩窟築造最終形成時の工具痕跡や微細な凹凸の構造情報や岩質（地質）の土層の色彩や質感等の地質情報と、磨崖仏の浮彫状の曲面や複雑な線刻、無数にある小さな浮彫状の五輪塔や線刻文字等の仏教遺構としての宗教的な装飾の情報がある。

これらの遺構情報を適切に記録するためにはレーザーキャナや写真計測等の面的に計測する方法が適しているが、現地での考古学的分類をした計測は困難であることから、トータルステーションで計測記録した岩窟構造のデータと整合させられる写真計測による記録が必要となる。

なお、SfM / MVS写真計測の解析データとトータルステーションの計測データのそれぞれの位置情報に誤差を生じさせないために、写真計測用撮影前に遺構内に複数の基準標定点（GCP）を設置してトータルステーションによって3次元計測する事でトータルステーションの岩窟計測方法と写真計測の計測情報を精密の整合させることができ、現場での観察結果をより明確化させ、図化解析時の分析に反映させている。

写真計測の作業手順は、まず遺構全体に基準標定点（GCP）を設けトータルステーションを使用して基準点よりそのGCPを3次元計測して座標を確定させる。

次に写真計測用撮影をおこなうが、撮影画像中にGCPも明瞭に写し込みオーバーラップ70%サイドラップ50%以上の連続したステレオ写真撮影をおこなう。

撮影方法は、平衡撮影法、内向き撮影法、外向き撮影法の撮影方法を主とし、線刻部分に関してはより詳細に記録するために接写を含めた遠近撮影法を組み合わせた撮影を実施した。

各岩窟の軸線は公共座標系の真北方向とは異なるため、それぞれの岩窟をヘルマート変換により遺構軸方向に合わせて回転させ任意座標系と公共座標系それぞれを関連付けさせた二種類の座標系を作成した。

撮影した画像データは各岩窟の任意座標系でAgisoft製Metashapeで解析処理をおこない、データの整合性やデータ欠損の有無を確認した上で3Dモデル作成と遺構正面、側壁面等の展開図に必要なオルソフォトグラフィ作成と3D点群を作成し、3D点群データは福井コンピュータ製TRENDPointを使用してデータ展開し、磨崖仏、五輪塔浮彫、線刻文字等をレイヤー分けと3次元結線をおこなった。



第3-10図 左窟3Dスライス画像



第3-11図 右窟3Dスライス画像



第3-12図 中央窟3Dスライス画像

(3) 計測データの統合と結果

トータルステーションによる3次元地形測量データ及び3次元遺構計測データと SfM / MVS による3次元写真計測データは、それぞれ専用ソフトウェアで解析した後、3次元CAD上で3次元展開した基準点や基準標定 (GCP) で整合させ図面編集と統合した。

その結果、地形と遺構の地形空間の関係性、遺構空間内の線刻図文や磨崖仏の位置、遺構の長軸長、幅、高さ、面積、容積、光学的調査結果の整合等、様々な情報の数理的分析を可能とする3次元遺構図 (第3-16図、第3-22図、第3-28図) を作成した後、左窟展開図 (第3-17図)、右窟展開図 (第3-23図)、中央窟展開図 (第3-29図) のそれぞれの岩窟展開図を作成した。各展開図には SfM / MVS による写真計測によって作成したオルソフォトグラフィ (第3-18図・第3-24図・第3-30図) を図面尺度に整合させて壁面の岩層情報等との線画図面の比較を出来るようにした。

①左窟の計測結果

左窟の形状はアーチ状天井を持ち床面形状は奥壁側に長い不定型な逆台形に似た長方形を成す岩窟である。岩窟外側から羨門を見ると一見横穴墓の入口に見えるが羨門側及び玄門側の両袖は両壁面より岩窟内側に50cm程度残っている程度で框部の仕切りは確認出来ない。奥壁には岩窟築造後に掘られたと思われる断面形状がアーチ状の石仏安置室がある。左窟の規模は、羨道部 (羨門長) 1.18 m、玄室長 (主軸長) 3.74 m、主軸方位はN -8° -Wである。奥壁に穿った石仏安置室の奥行長 1.30 m、玄室幅 2.96 m、玄室の床から天井までの高さは玄門側で 2.34 m、奥壁で 2.80 m のアーチ型天井である。石仏安置室を除く玄室の立体形状は板付き蒲葺の形状をしており、床の形状は奥壁方向に長い長方形で床面積が 10.8 m² で、玄室の容積は 24.25 m³ と石仏安置室 2.88 m³ である。なお、容積は平均断面法により算出した (第3-16図・第3-17図)。



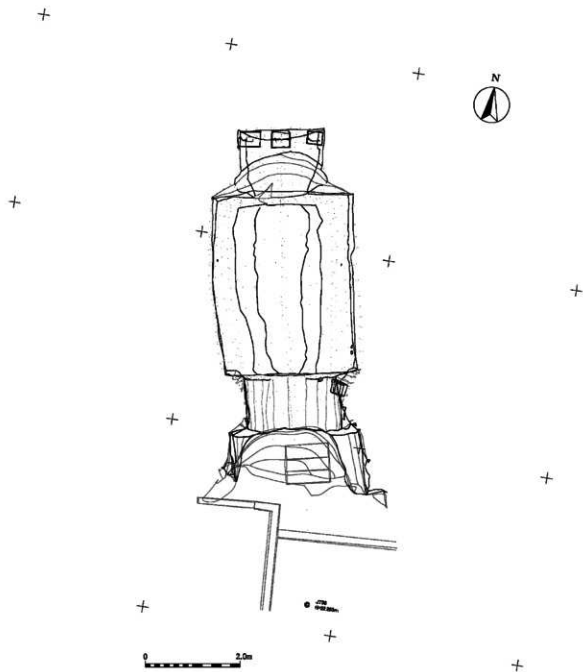
第3-14図 左窟奥壁オルソフォト



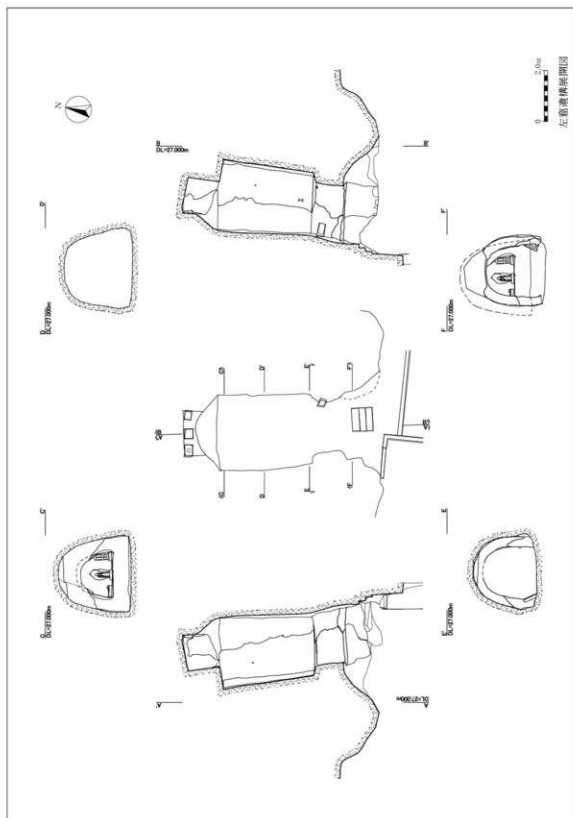
第3-13図 直壁洞左窟羨門



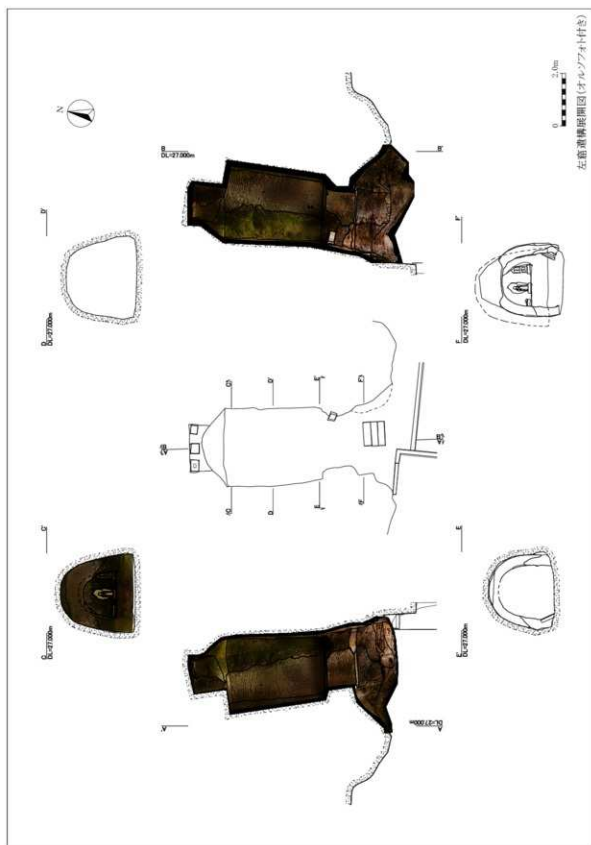
第3-15図 左窟側壁オルソフォト



第3-16図 左窓3次元遺構図(真俯視投影)



第3-17図 左窟展開図



第3-18図 左窟展開図(オルソフォト付き)

②右窟の計測結果

右窟の形状はアーチ状天井を持ち床面形状は奥壁側に長い不定型な逆台形に似た長方形を成す岩窟である。明確な羨門は残っておらず羨門痕跡のみ確認出来るが岩窟の入口の岸壁が崩落しているため一見すると筒状に見える。奥壁には岩窟築造後に掘られたと思われる断面形状が方形の石仏安置穴がある。

規模は、羨門跡長が1.35 m、玄室長（主軸長）4.83 m、主軸方位はN-2°-Wである。

奥壁中央に穿った石仏安置室の奥行長1.45 m、玄室幅は玄門痕跡付近で2.50 m、奥壁側で3.82 m、玄室の床から天井までの高さは玄門側で2.35 m、奥壁で2.70 mである。

石仏安置室を除く玄室の立体形状は板付き蒲鉾の形状をしており、床の形状は奥壁方向に長い逆台形で床面積が17㎡で、玄室の容積は38.73㎡と石仏安置室4.60㎡である。なお、容積は平均断面法により算出した。（第3-22図・第3-23図）



第3-19図 直礫洞右窟羨門



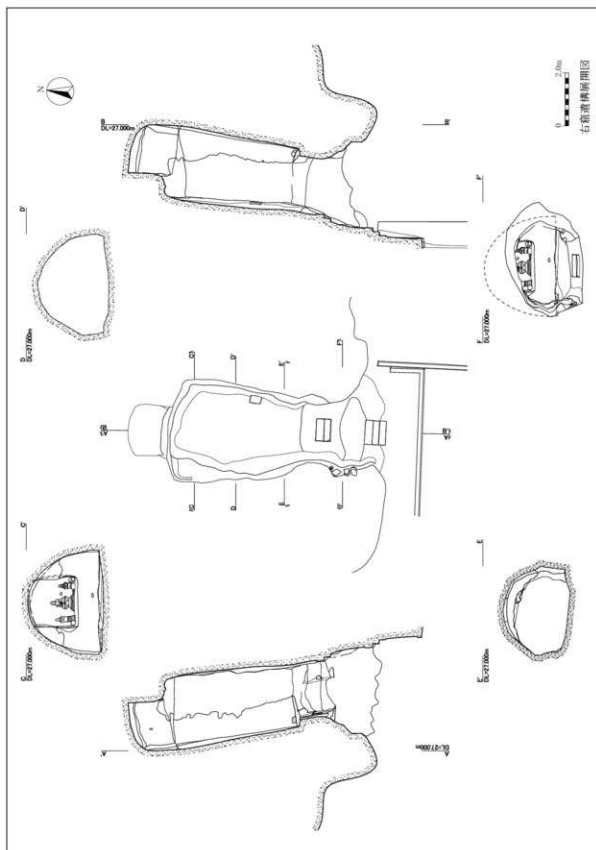
第3-20図 右窟奥壁オルソフォト



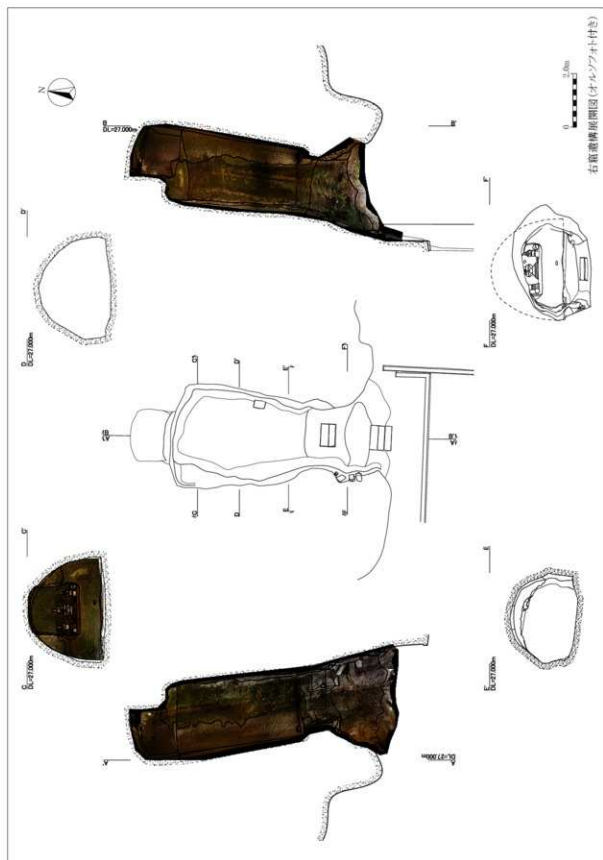
第3-21図 右窟側壁オルソフォト



第3-22図 右窟3次元遺構図(真軸投影)



第3-23図 右窟展開図



第3-24 図 右窟展開図(オルソフォト付き)

③中央窟の計測結果

中央窟は直蹠洞3窟の中央に位置し前室と後室（玄室）の二室を有す規模が一番大きな岩窟である。岩窟の形状は天井の棟に幅の狭い平天井が有るアーチ状天井である。岩窟の平面形状は前室、後室共に逆台形をしており奥壁には壁全面に大きな阿弥陀三尊の磨崖仏が彫られている。



第3-25図 直蹠洞中央窟入口

前室入り口は岸壁崩落により現在は羨門が存在せず前庭化してしまっている。（第3-25図）しかし、岩窟入口を正面から見て左上の天井部に僅かに羨門痕跡が確認出来る。（第3-26図）

中央窟の規模等の詳細は次の通りである。中央窟の前室長は294 m、羨道部（玄門長）1.22 m、玄室長5.77 mで全長が9.93 m、主軸方位はN-2°-Wである。

構造は羨門（玄門）を挟み前室と後室（玄室）の二室構造になっている。（第3-27図）

前室の幅は、羨門部分で291 mであるが、岩窟入口では岩盤が崩落しており不明瞭であるものの床面の痕跡から幅約270 mと推定できる。

前室両壁面には左壁側に後世に作られたと考えられる奥行約1.2 m～1.4 mの立方体状のやぐら二室を有している。右壁側は崩落による壁面損傷が酷く大きく挟られた空間（奥行約1.15 m）になっているが左壁側と同様の二室の方形状やぐらの痕跡を確認することが出来る。天井はアーチ型で羨門側の天井までの高さが2.97 mである。床面積は岩窟入口が崩落して大きく欠損しているため、あくまでも推定値であるが約10 m²と算出した。前室の容積も同様で、岩窟入口の正確な断面積が不明であり、平均断面法による算出が出来ないため、羨門（玄門）立面積だけで算出すると約15 m³となる。（やぐら部分を除く）

次に玄室は、幅が玄門側で2.90 m、奥壁側3.99 m、玄室の床から天井までの高さは玄門側で2.86 m、奥壁側が2.92 mで奥壁側に天井が次第に高くなっていく可変アーチ型で天頂部分に平天井を有す天井である。玄室の立体形状は逆台形状の形状をしており、前室も3次元遺構計測図（第3-28図）から見るに両側壁のやぐらが作られる以前は玄室と同様な逆台形型をしていたと考えられる。

玄室の床形状は奥壁方向に長い逆台形で玄門より奥壁側に約3.20 mに渡り床面を掘削した痕跡が両壁面に確認することができる。掘削された部分の壁面に残る工具痕跡は非常に鋭利な



第3-26図 前室左壁側羨門痕跡

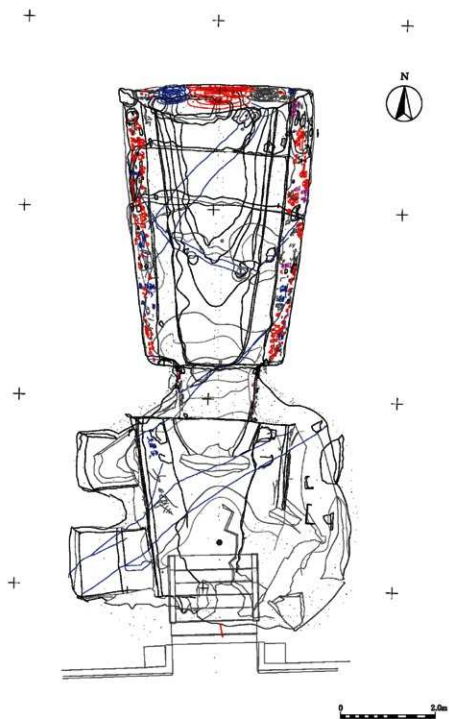
工具が使用されており、元々の壁面の工具痕跡である槍鉋状の緩やかな工具痕跡との違いが明瞭である。また、玄門部分の床面は玄門の下部が接しておらず門と床に空間が生じている。この後世の掘削部の規模は玄門側で深さ約40cmを測ることが出来、玄室中央部に向かって傾斜角約 $11^{\circ}21'$ の登り斜面の床となっており、玄門より奥壁方向への岩窟構造全体の傾斜角を左右壁面から求められる傾斜角 $\pi 50'$ と隔たりが生じている。

また、奥壁側には幅約1.0mと約1.36mの二段の棺台状の平坦な床があるが、この床面も後世の掘削を受けていることが観察出来る。一段目の棺台状床は削られ、奥壁側の二段目の棺台状床は中央軸線より左壁側に長さ約1.8m、幅約0.57m、深さ約0.2mの長方形の穴が掘られている。また、右壁側では右壁に沿って棺台が幅約0.5m、長さ約1.4m、深さ約0.15mの長方形に掘削されている。

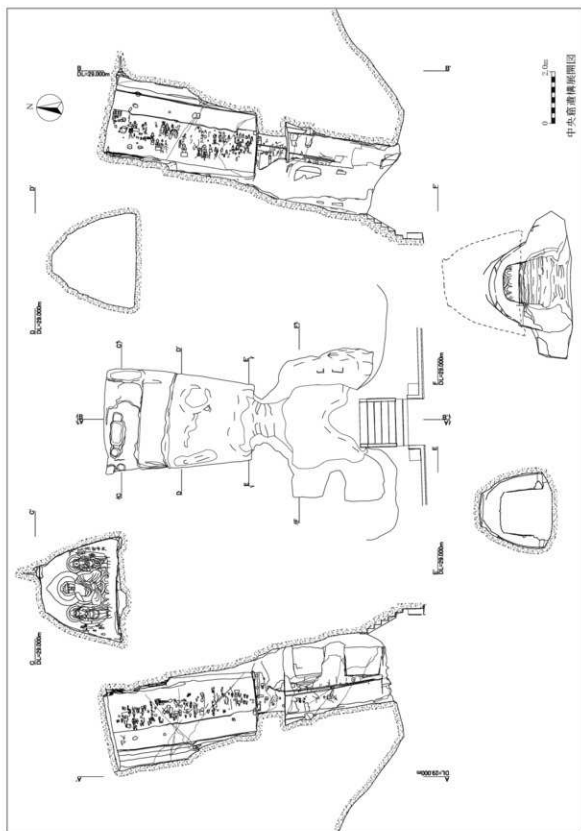
玄室の床面積は20.63㎡で、容積は平均断面法で46.36㎡と算出した。(第3-28図・第3-29図)



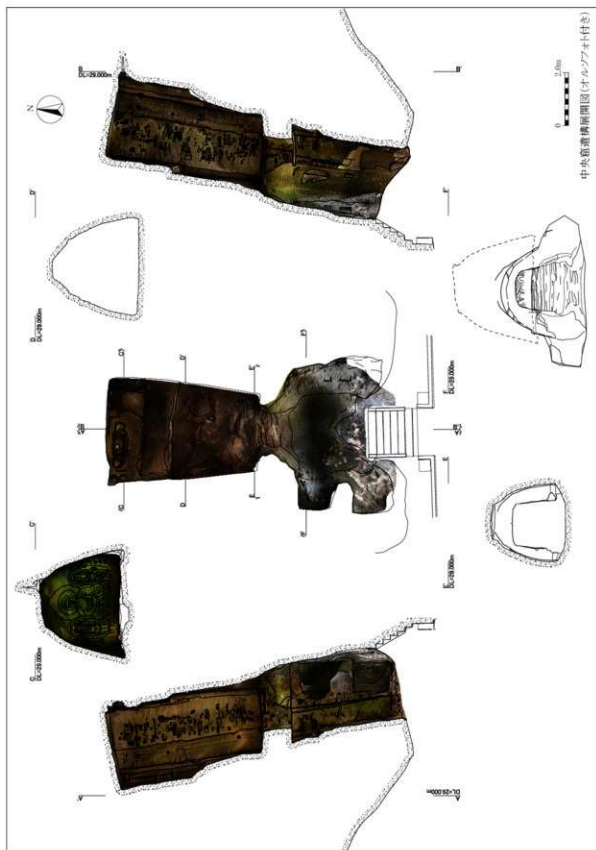
第3-27図 中央窟前室と玄門（羨門側）



第3.28図 中央窟3次元遺構図(真俯瞰投影) ※色彩部が線刻や浮彫、遺構を斜めに走る青線は断層



第3-29図 中央窟展開図



第330図 中央窟展開図(オルソフォト付き)



第331図 中央窟床面オルソフォト



第3-32図 中央窟天井面オルソフォト



第333図 中央窟左壁面オルソフォト



第334図 中央窟右壁面オルソフォト



第3-35図 中央窟奥壁面オルソフォト

④中央窟阿弥陀三尊と壁面図文の計測解析

写真計測は、古墳の葺石や城郭の石積等複数の石が構成材となり面を成す土木構造体や、今回の直牒洞のように壁面に多数の浮彫や線刻された図文等、工具痕跡や細やかな凹凸を記録するのに優れた計測記録方法である。分析をするに当たり、文字や図象形状や色彩も含めて抽出し分類記録ができる。これは考古学的分析をおこなう上で有用な方法であり、属性分析と数量分析のための基礎資料となり得る。

3次元計測記録の結果は、直牒洞の図文は図像と文字、判読不明線刻の3つに大分類をすることが出来た。図像の多くが五輪塔であり形状による細分類が可能と考えられる。文字は「南無阿弥」の名号や判読不明の名称、年号の他、後世の落書きと思われる文字がある。線刻図文の抽出用画像は、岩窟全体のSfM/MVS撮影とは別に線刻を照明により陰影を付けて遠近法による撮影をおこなった。

全ての撮影画像はSfM/MVSソフトウェアによるデータ解析を行い、点群データを発生させ点群処理ソフトウェアで3次元CADを使用して図像や文字等を壁面毎に6種類の属性分類をし、各々のレイヤー分類と色分けを行い、3次元線画を作成した後3次元遺構図(第3-28図)に整合

させた。

また奥壁の阿弥陀三尊磨崖仏も同様に個体毎の属性分類をして3次元遺構図に整合させたのち、高さ座標Z値を平面X値へ、平面X値をZ値に座標変換して(測量座標系)直立した奥壁面を平面化させて奥壁面と磨崖仏の薄肉彫の状態確認のための点群データの陰影処理と等高線解析を行った。等高線は主曲線2mm計曲線10mmの2mm間隔の3次元等高線図である。(第3-37図、第3-38図、第3-39図、第3-40図)

左右の壁面及び玄門壁面に浮彫及び線刻されている図文のほとんどは、床面より高さ0.2m～1.7mの範囲に描かれておる。さらに玄室床面からの図文の範囲を測ると高さが約0.2m～1.4mに五輪塔や名号の図文等の線刻(浮彫を含む)が集中している。壁面にある図文は、近現代の落書きの線刻もあるが、古い時代に書かれた線刻や浮彫の図文は数え切れないほどあり、肉眼では判別困難な薄い線刻等がその後描かれた図文の下にあることが判明した。

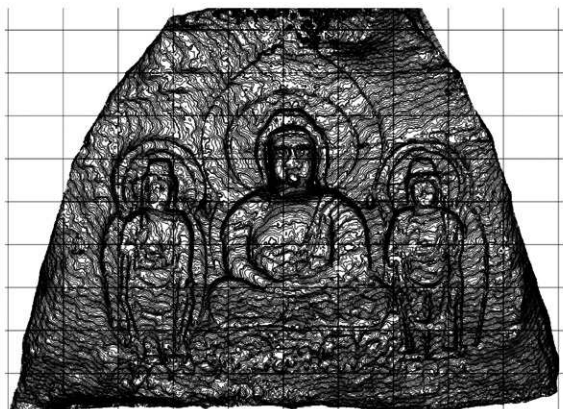
奥壁の阿弥陀三尊は舟形光背も含めると、床面より0.25m～2.70mの範囲に描かれており、薄肉彫の深さは阿弥陀如来の顔の部分で約5cm差分を計測できる。阿弥陀三尊がある奥壁は一見すると苔や地衣類の繁茂により劣化が進んでいるように見える。(第3-36図)しかし、点群を陰影処理し(第3-37図)、2mm等高線の解析結果から判断すると磨崖仏の遺存状態は良好といえる。(第3-38図)なお、図文の詳細については「第4章 第2節 直隰洞の線刻」で述べる。



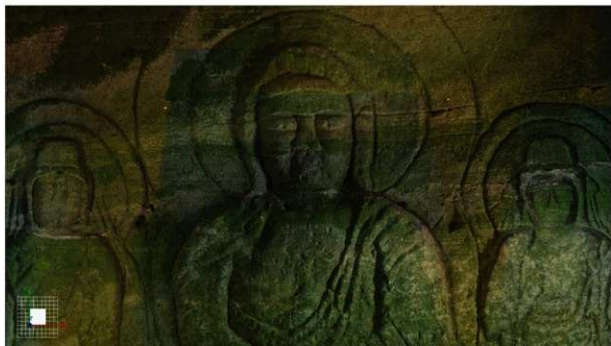
第3-36図 現状の奥壁 阿弥陀三尊



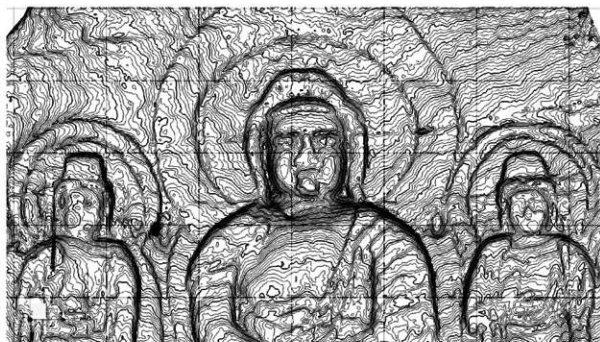
第337図 奥壁の点群データ



第338図 奥壁全体の3次元等高線図



第3-39図 阿弥陀三尊の点群データ(拡大)



第3-40図 3次元等高線図(阿弥陀三尊拡大)

第4節 直牒洞の特殊光撮影調査

今回の直牒洞調査は3次元計測調査の他に、岩窟内に彩色や墨書等の顔料の有無や宗教施設として利用されていた時期の人の活動痕跡を調べるために特殊光撮影調査を実施した。

特殊光撮影調査は、可視線・近紫外線・近赤外線など光の照射によって、対象物質に吸収・反射・励起される光学的反応を特殊なデジタルカメラ等で撮影し、取得した画像データを解析することで肉眼では見えない物質を可視化する調査方法である。

(1) 近赤外線による撮影調査

近赤外線撮影で使用する光域は、おおよそ700nm～2.5 μ mの範囲内の近赤外線(電磁波)であり、物質を構成する分子の振動や回転の状況変化によって反射(放射)され、または吸収される。赤外線は可視線よりも波長が長い電磁波で、熱(エネルギー)を運ぶ特性の他、水やカーボン等には吸収され、顔料物質や一部の金属類に反射と吸収する特性がある。

近赤外線撮影で写された画像は赤外線を吸収した物質は黒色に、反射された物質は白色に写し出される。また、色彩付赤外線撮影は、この近赤外線反応と可視線の両方の光線を同一画像として撮影を可能にした技術である。

考古学及び歴史学の学術調査では、カーボン等の顔料は赤外線を吸収して黒く写し出される特性から墨書土器や古い棟札の墨書、顔料を使用した壁画等を近赤外線撮影の事例が多い。

本撮影調査では、近赤外線撮影では富士フィルム製 IR82 (820nm) フィルター装着させたオリンパス製デジタルカメラ C-2020 をベースに近赤外線撮影用にカメラを使用して撮影をおこなう通常の赤外線画像処理の他、S f M/MVSによる3D画像処理も併せて実施した。

(2) 近紫外線による撮影調査

近紫外線撮影は、近紫外線を照射することにより有機物質や彩色に使用される顔料や染料の物質が励起し発光発色された光学的反応(フォトルミネッセンス)を写し画像化するものである。

フォトルミネッセンスの撮影に使用する近紫外線は、約400nm～約315nm(UV-A)の短い波長の電磁波である。同じ近紫外線であるUV-Bの場合、フォトルミネッセンスはUV-Aよりも励起の反応は良いものの紫外線による有害性が強いいため、文化財に対して有害性がより少ないUV-Aを使用して調査を行っている。

近紫外線を物質に照射するとフォトルミネッセンスにより原子が持つ電子が励起され発光現象がおこる。この励起で発光した光(可視励起)と発色を写すのが本撮影調査である。絵画場合、彩色に使用されている染料や顔料とそれに含む有機物に物質毎に異なった発光発色が起る。また、経年劣化による劣化状況や修復箇所の有無確認にも有効である。

本撮影調査では、近紫外線の光源はUV-A(315nm～400nm)を使用してパナソニック製DMC-GM1でフォトルミネッセンスによって可視励起した光を撮影した。前述したがUV-AはUV-Bに比べフォトルミネッセンス反応は低下するものの、人や文化財に対し安全性が高いため使用している。

(3) 特殊光撮影調査から見てきたもの

近赤外線

近赤外線撮影の結果、玄室全壁面の所々に黒い吸収反応が写し出された。

黒色の吸収反応の位置は地層の層位や岩層に含まれる鉱物に関係性がなく人為的な行為または付着によるものと思われる。

左右両壁面には、壁面に掘られた小穴の底面に黒い吸収反応が見られる。小穴は両壁面に多数あるが、そのほとんどの穴は玄室中央から奥壁側寄りに有り吸収反応が特に強い穴は幅約10cm以上と比較的大きい。その他の左右壁面に複数穿った小穴にも底面に強い吸収反応が黒く写し出され、撮影結果からカーボン系の物質が残存していると考えられる。(第341図・第342図・第343図・第344図)

この両側壁の小穴は床より高さ約0.3m～1.8mの範囲に幅約5cm～25cm、奥行約4cm～15cmの大きさのもので、左壁側の穴と右壁側の穴の位置の多くが左右対称に作られている。また、小穴のほとんどが玄室中央より奥壁側に集中している。

これらの黒色に写し出された箇所には肉眼でも煤状の物質を一部確認することが出来る。



第341図 左壁面の小穴



第342図 右壁面の小穴



第343図 近赤外線画像(左壁面小穴)



第344図 近赤外線画像(右壁面小穴)

次に奥壁には、阿弥陀三尊を正面から見て左側の勢至菩薩頭部右上と光背右側の一部、頭部左に一部の左上角、中央の阿弥陀如来の右肩と光背右側の一部、蓮華座右下部、右側の観音菩薩の両肩、特に右肩に強い吸収反応が黒く写し出されている。また、奥壁上部右上50cm×50cmの範囲に著し

い吸収反応が見られる。この右上天井には小さな穴が上方に向かって掘られている。
近赤外線撮影で写し出された吸収反応は、ほとんどがカーボンやタール系の反応と思われる黒い吸収反応である。(第345図・第346図)



第345図 近赤外線画像(奥壁 阿弥陀三尊上部)

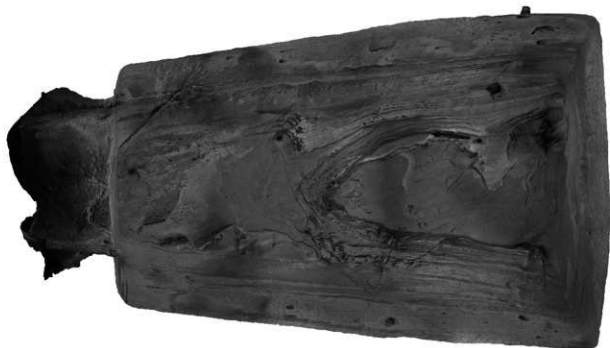


第346図 近赤外線画像(奥壁 阿弥陀三尊下部)

直牒洞中央窟の S f MMVS による近赤外線オルソ画像



第347図 S f M/MVSによる近赤外線オルソ画像（中央窟奥壁 阿弥陀三尊）



第348図 S f M/MVSによる近赤外線オルソ画像（中央窟天井）



第3-49図 S f M/MVSによる近赤外線オルソ画像（中央窟玄室左壁）



第3-50図 S f M/MVSによる近赤外線オルソ画像（中央窟玄室右壁）

近紫外線

フォトルミネッセンスの撮影結果は壁面からの地下水と共に染み出た鉱物の結晶と思われる付着物が奥壁面に多々見られる。特に白色にする発色物質は阿弥陀三尊の顔の部分に水平で帯状に広がり不透水層の地層の境目から染み出る地下水があると考えられる。

近赤外線黒い吸収反応があった壁面小穴には、黄緑色の発光が映し出されている。これは樹液等の有機物に起こる可視励起と似た反応色である。

この黄緑色の可視励起がある小穴は、近赤外線撮影では黒色の吸収反応があり肉眼でも煤状の物質が一部確認出来ることから、この壁面に穿った小穴には灯明等の灯りを置いた穴で残存する黒い物質は炭化物でフォトルミネッセンスによる発光物質は砂岩質の岩盤に染みこんでいる和蠟燭や灯明の油であると推測することができる。(第3-51図・第3-52図・第3-53図)



第3-51図 中央窟玄室フォトルミネッセンス画像



第3-52図 フォトルミネッセンス画像 (左壁面孔)



第3-53図 フォトルミネッセンス画像 (右壁面孔)

以上のことから実験的にこの壁面の小穴に小さなLEDライトを置いて奥壁に照明を試みた。結果は小穴からの照明が斜光となり、阿弥陀三尊を照らし浮彫状の阿弥陀三尊がより立体的に美しく映し出された非常に効果的な照明位置であることが判明した。(第3-54図)



第3-54図 壁面小穴からの照明効果（中央窟奥壁阿弥陀三尊）