

古墳壁画の保存活用に関する検討会装飾古墳
ワーキンググループ(第5回)

熊本県立装飾古墳館が行う 石材調査、環境調査

熊本県立装飾古墳館 池田朋生

1

装飾古墳館が行う調査活動は

本館は、博物館法に基づく登録博物館である。

- 装飾古墳館の活動の対象は、装飾古墳館設置条例に定める「装飾古墳に関する資料、その他古代文化に関する資料」である。
- 博物館法第3条8には、「当該博物館の所在地又はその周辺にある文化財保護法の適用を受ける文化財について、解説書又は目録を作成する等一般公衆の当該文化財の利用の便を図ること。」とある。
- 従って、県内を中心に、文化財保護法、並びに文化財保護条例に基づく指定文化財のなかでも、「装飾古墳に関する資料(以下、装飾古墳資料と言う)」が、主要な調査の対象となる。

2

石材調査

- 目的

装飾古墳館の「博物館資料」に相当する、「装飾古墳資料」の調査の一環

- 対象

熊本県内の装飾古墳の素材となる石材

阿蘇熔結凝灰岩、天草周辺で産出する砂岩、各地の安山岩及びデイサイト

※福岡県で使われる花崗岩、緑色片岩は、県内ではほとんどない。

3

石材調査

- 調査の方法

本館が行う石材調査は、「文化財石材」の調査である。活用計画(企画展、体験学習への共用)がセット。

- 文化財石材とは

岩石の成因や地史的な意義などの解明を目的とした岩石名から議論するのではなく、石材の外観、性質を利用して人の手が如何に関わっているかという立場から、岩石名を呼称するものであり、朽津信明(2003)により提唱された概念

朽津信明 2003 「岩石の定義と分類」

『文化財科学の事典』朝倉書店

4

石材調査

- 「灰石-はいいし-」とは、江戸時代から続く、阿蘇熔結凝灰岩を指す地元の呼称である。
- 考古学史上で言う「阿蘇石」と同義
- 但し、「阿蘇石」という名称は地元には無い。
- かつて「阿蘇熔岩」とも呼ばれた石材。
- 阿蘇周辺に広く分布し、熊本の風土を形成している。装飾古墳の石材としては最も多い。
- 阿蘇火山群から噴出した、火砕流、火山灰などの噴出物が、厚く堆積してできた凝灰岩のなかでも、角閃石を特徴的に含むAso-4火砕流を起因とした石材の総称。

5

かつて栄えた灰石石材業

- かるうじて残る、石切場と、石工道具



消えゆく灰石専門の石工道具

細工を施す道具



石を切り出す道具

地元石工さんへ聴き取り & 目利き

- 井寺古墳（100%凝灰岩で作られた石室）
積石：こりゃ軟らかい・・・一賽30kg
袖石：硬かなあ・・・一賽70kg
石障：叩きゃ判るがだあいたい同じ・・・一賽50kg
- 千金甲1号墳
石障：どこもお一んなじ・・・一賽50kg
- 江田船山古墳家形石棺
同じバイ！：一賽50kg

※一賽とは一辺が一尺（約40cm）の立方体

一賽あたり

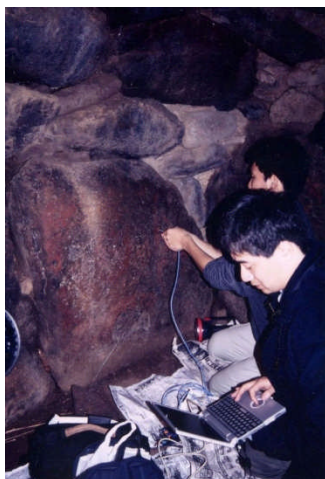
- 100kg ・ ・ ・ 灰石には無い。黒ミカゲ石
 - 90kg ・ ・ ・ 白ミカゲ石
- ※いわゆる兵庫県芦屋市の御影石とは異なる、
輸入石材のことか。
- 80kg ・ ・ ・ 最も硬い灰石、間知石に使う。
 - 70kg ・ ・ ・ 鍋田石（山鹿市）、臼に最適
 - 50kg ・ ・ ・ 江田石（和水町）、
円台寺石（植木町）
細工物（石塔、狛犬）に最適
 - 30kg ・ ・ ・ くだ石（凝灰岩の最下層付近）
かまどに最適、火を受けても割れない。

2013-06-18

9

装飾古墳に使われた顔料と石材の硬度の調査

何色か？



何の顔料か？



素材になる灰石の硬さは？



2013-06-18

10

石工の目利きと調査結果

資料名	古墳石室内部											
	積み石				石障・石棺			楣石			扉石	
	30kg				50kg			70kg			—	
エコーチップ Ave	405	450	485	271	602	669	695	799	799	714	559	
モース硬度	1.5	—	—	—	2	—	—	5	—	—	3	

11

江田石により、 石障(せきしょう)を造る実験

- 「ツルハシ」でムシリ。
大きく、表面を削る。仕上げの面で寸止めする熟練の技。
- 「刃ビシャン」でタタキ。
細かく、表面を削る。近代になって使われ出した、新しい道具。



表面を仕上げ、直弧文を刻む

「チュウノ」で仕上げ。
表面の凹凸を一切なくす。
2度ほどの仕上げで
真っ平らになる。
「ヨキ」とも呼ぶ。



「タガネ」で直弧文を
刻む。



専門石工は、ベンガラを常備、水に溶かして塗る。
また、浮彫、線刻、彩色は石材を寝かせた状態で
なければ、加工等はできなかった。



彩色の様子

完成品



天草周辺の主な文化財石材



15

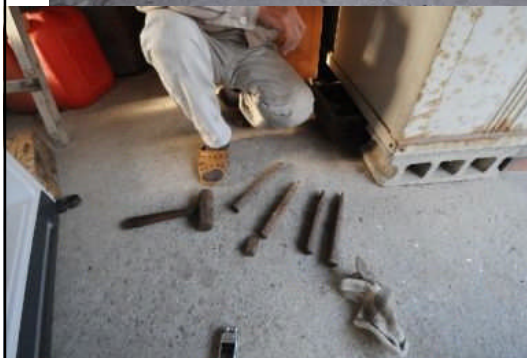
天草産出の砂岩の聞き取り調査



下浦石の細工道具と
下浦石工による石の目利き



伊ワノイシの石割りの道具
同じ砂岩でも、特性が違うため、
道具の数や種類、石の用途が異なる。



砂岩製埋葬施設、砂岩産出地の現況踏査



牧島、黒崎古墳付近の海岸 維和島、石切場跡
保存施設の評価、堆積岩・火成岩の峻別



竹島3号墳の保存施設 寺島、帯磁率計による調査¹⁷

埋戻し、覆い屋保存されている 砂岩製の石障を持つ小田良古墳



昭和53年に埋戻し

平成4年に開口、レプリカ作成

装飾古墳館での調査は途上。今後の活用計画には、更なる研究の蓄積と、慎重な検討が望まれる。管理する宇城市教委では、史跡の現地での保護活動について、検討を進めている。

環境調査

・目的

県内の保存施設、及び整備を行った装飾古墳を対象に、保存と公開のバランスを図ること、装飾の劣化を未然に把握し、早期に対処する。

現地にある装飾古墳保存施設は、収蔵庫兼展示室と解釈し、各地の資料を、博物館学芸員の視点で把握する。

モニタリングに出向くことで、史跡の定期的な日常管理の有効性を実感し、管理団体と課題を共有・保護の意識を向上させる。

県内の主な装飾古墳保存施設

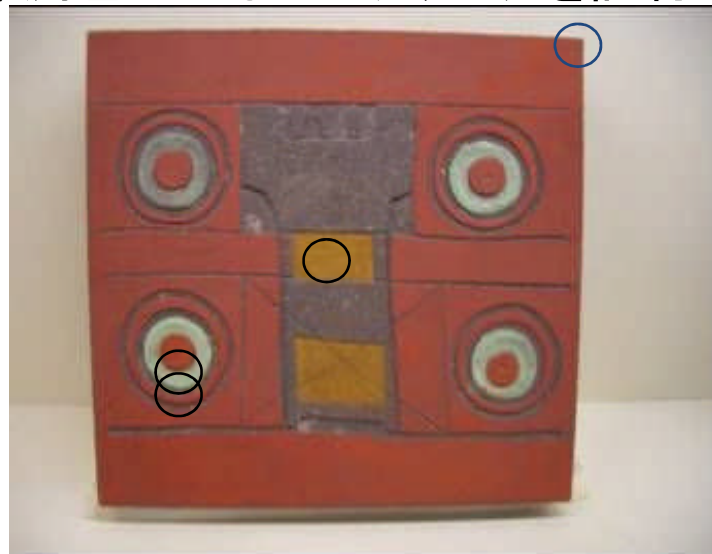
モニタリングで使っている機材



地方機関のみでも運用できるように、市販品、比較的安価な機種を選定、一定の成果がでることを念頭に選択。

21

石工に依頼して製作したレプリカを用いて、測色によるモニタリングを試行



22

接触、非接触の方法を検証



接触の場合

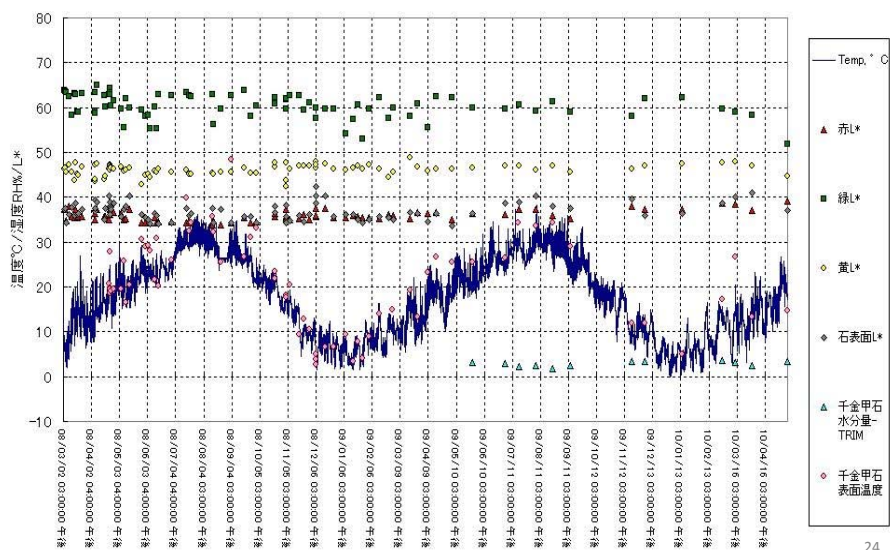


非接触の場合

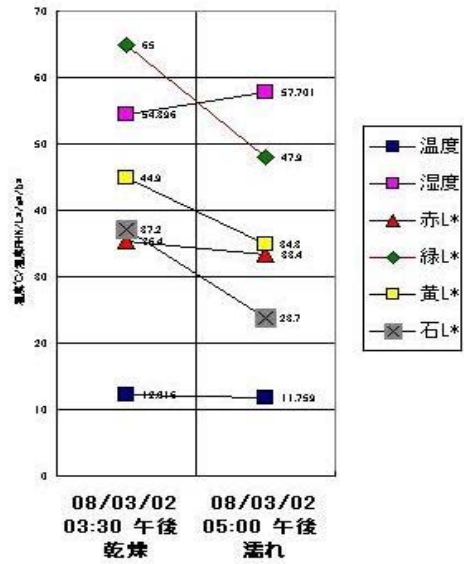


装飾古墳レプリカの見えと温度の関係

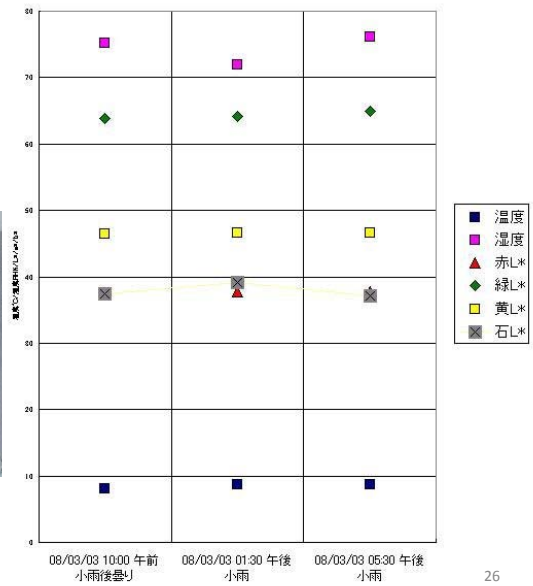
千金甲古墳石材レプリカ



水をかけた際の見えの変化 L*値(明るさ)が大きく変化



雨天時の見えの変化 水濡れ時ほどの変化はない。

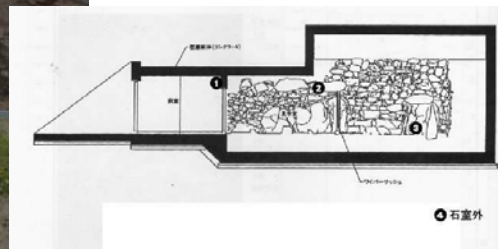


測色の試験結果から

- 非接触調査では、測色面とセンサーの距離次第で、値が大きくバラついてしまう。
- 仮に、一定距離を保って測色が出来たとしても、複数の面で同じ距離を保つこと、調査毎に正確な位置と距離間で測色を繰り返すことが要求されるモニタリングでは、人為的なミスが起きる。
- 結果的に、滞在時間が長くなり温度上昇を引き起こすため、石室に負担を与える。
- 湿度の変化よりも、物理的な濡れ具合で、値が変化する要素が強い。
- 石材表面に残る顔料の状況を観察、レプリカでの実験を繰り返すことで、剥落の危険性が低い箇所を経験的に把握し、測色ポイントとして設定。
- 故に、短時間、且つ効果的なデータ取得のため、測色には接触調査を採用。

27

最初にモニタリングを実施した古墳



測色ポイントを決める

石表面

灰色

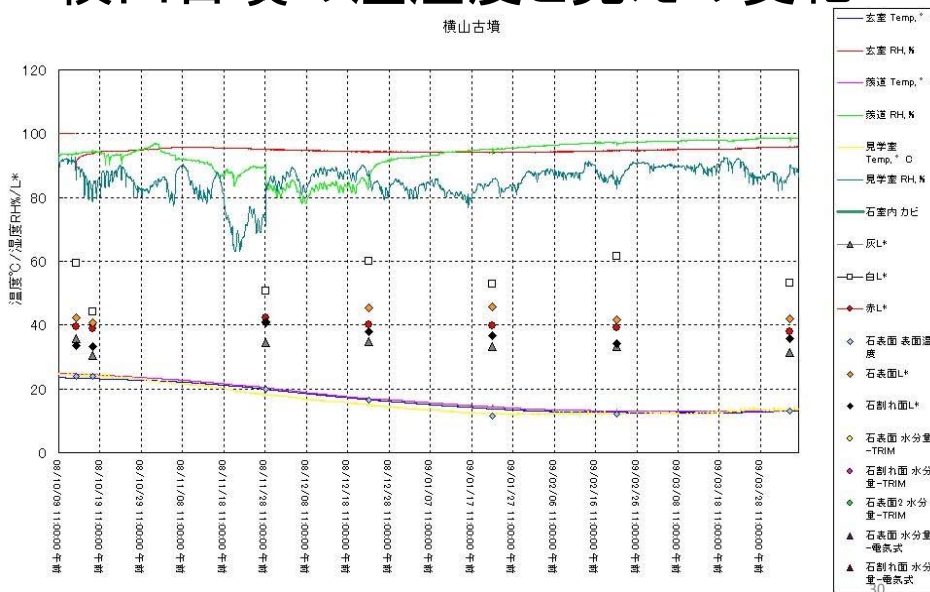
白色

赤色



横山古墳の温湿度と見えの変化

横山古墳

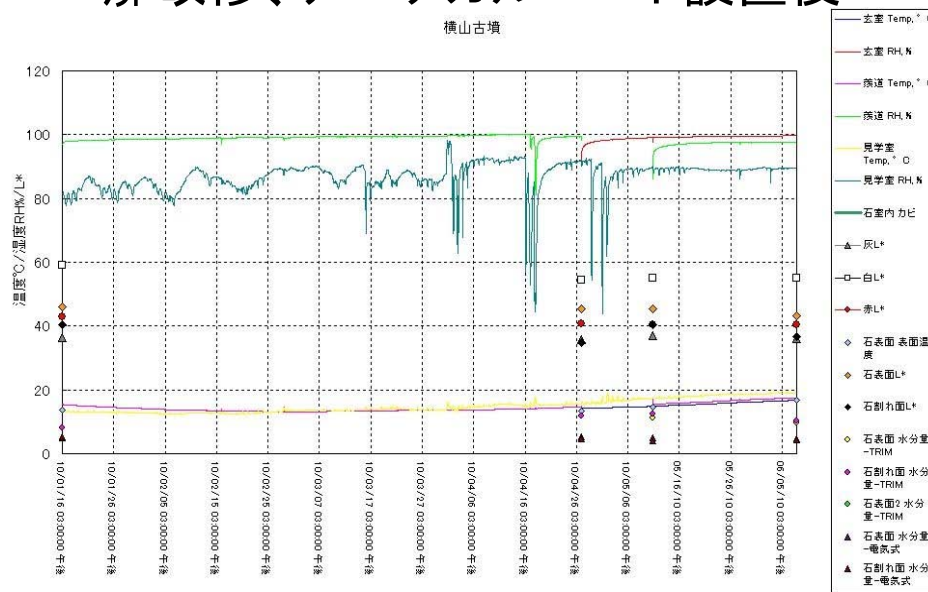


アーチカルバート設置工事



扉改修、アーチカルバート設置後

横山古墳



温度・水分の違いによる見えの差

横山古墳

左: 温度が低い時

右: 温度が高い時

千金甲レプリカ

左: 乾燥時

右: 濡らした時

井寺レプリカ

左: 乾燥時

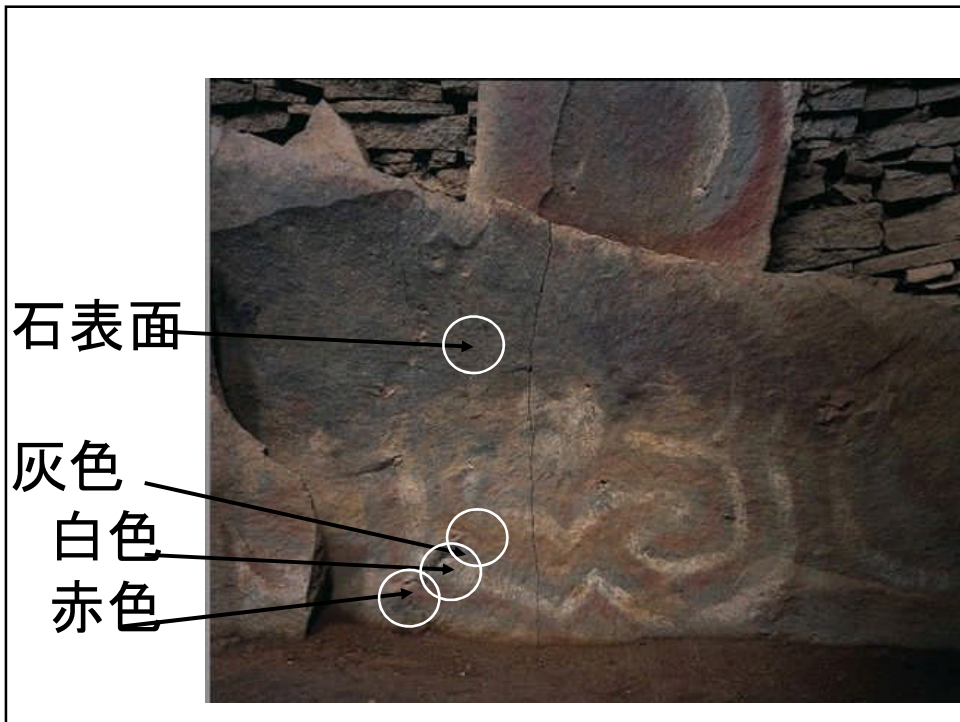
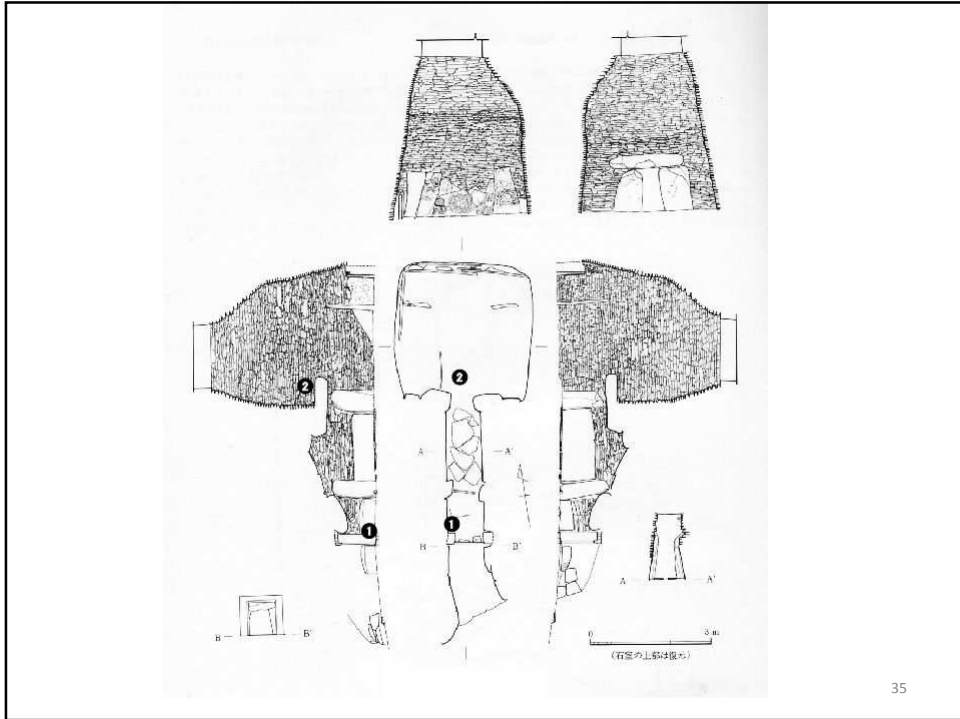
右: 濡らした時

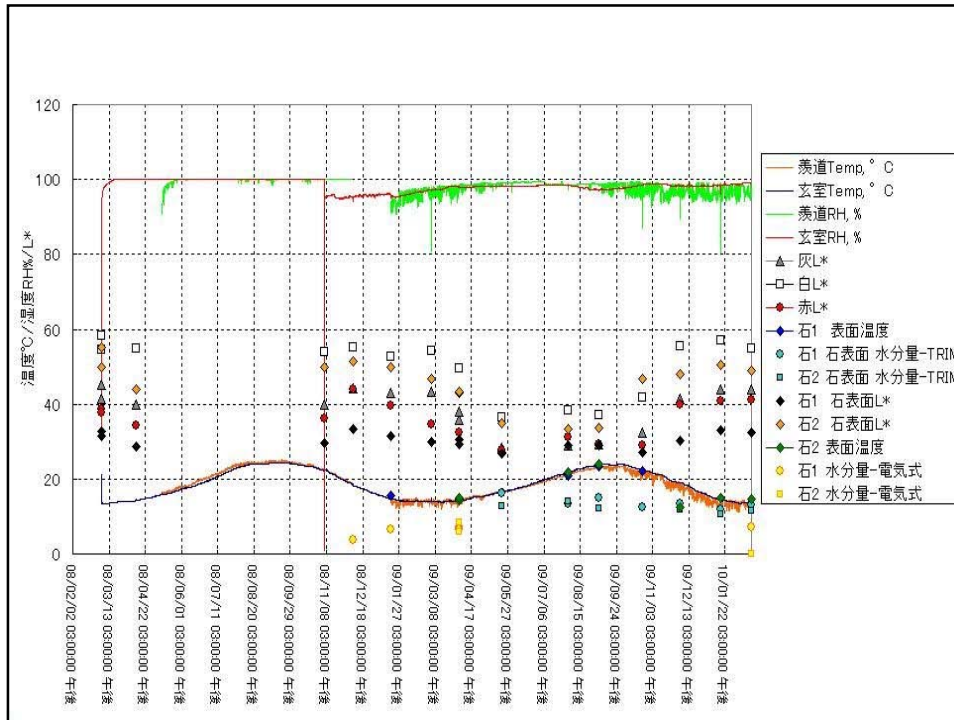


33

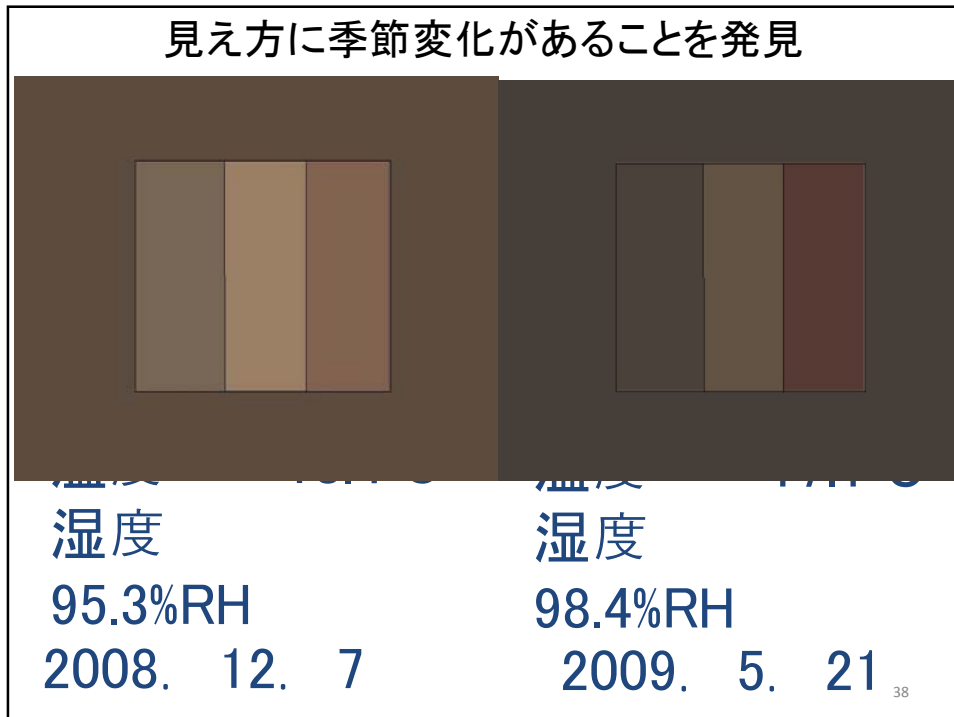
• 釜尾古墳





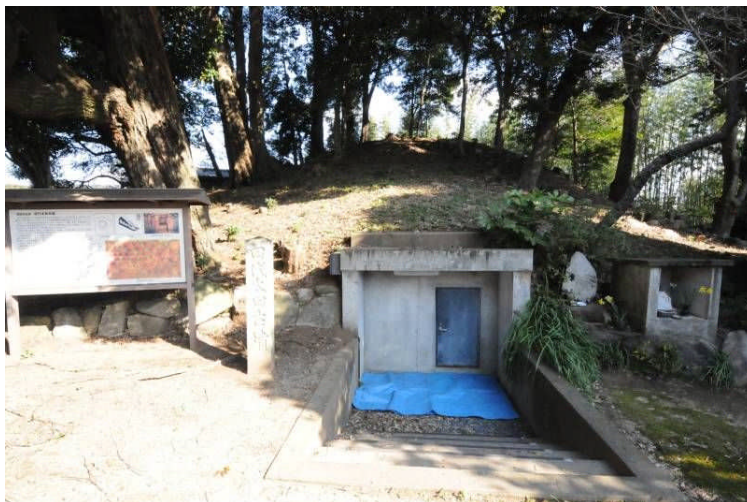


見え方に季節変化があることを発見



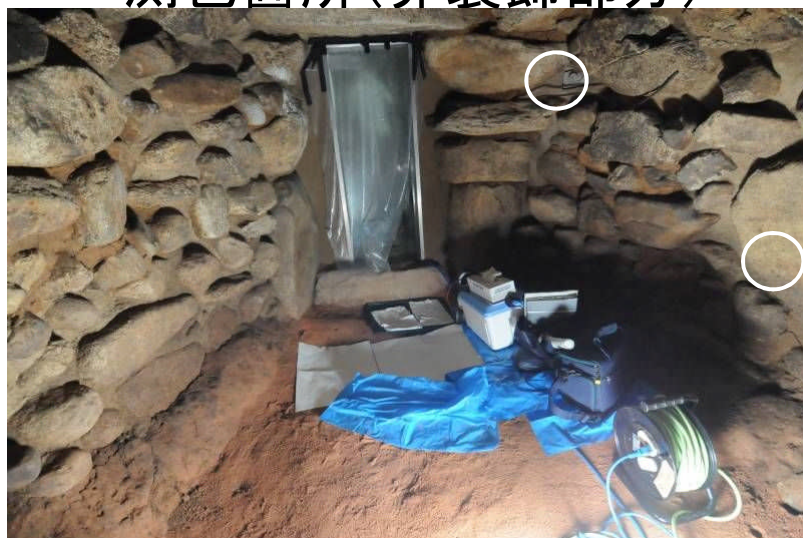
田代太田古墳

非装飾箇所での測色を用いてモニタリング実施



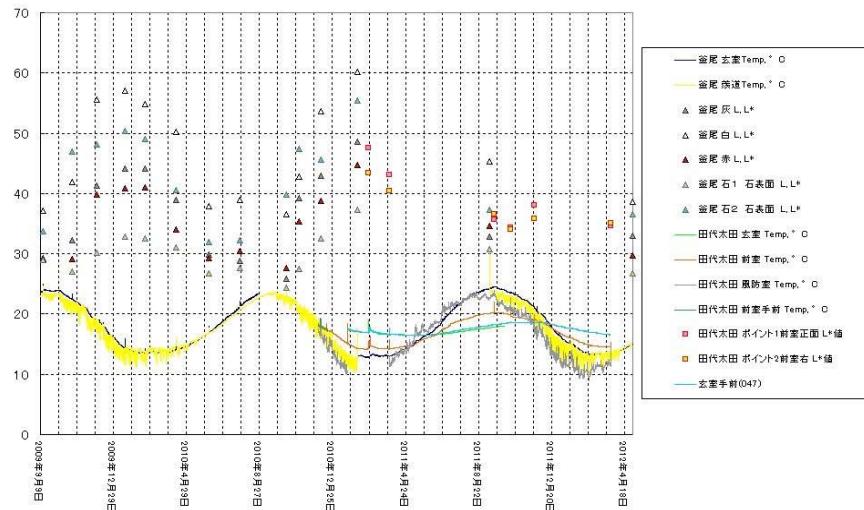
39

測色箇所(非装飾部分)



40

田代太田古墳と釜尾古墳の比較



41

- 福岡、熊本では、装飾の見えが良かったり、悪かったりした場合、「今日は機嫌が良い、機嫌が悪い」という表現で話されていた。
- 彩色面と石材表面のL*値(明度)の変化が連動する。
- 見えの違いの原因には、入室による影響(横山古墳)と、季節変化(釜尾、田代太田)などの原因がある。
- 何れの場合も、直接の要因は、結露によって、顔料表面が濡れるため。
- 乾いたから装飾が見えにくい、濡れたから見えやすいとは一概に言えない(顔料、石材で異なる)
- 釜尾古墳の測色値、石室の状況から、「公開に適した時期」は、必ずしも「装飾がよく見える時期」とは重ならない。

42

これまでのところ、季節変化が認められる彩色、石材では、劣化の兆候は認められない。

但し、装飾面が結露を繰り返すことで、長期的にどのような影響があるかは未だ不明。

短期的には、カビの誘発を招く場合がある。



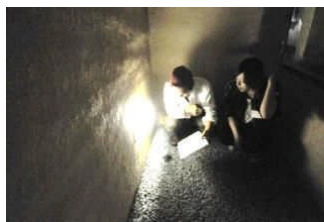
現時点では、人為的に結露を引き起こす事態は極力避ける。

その為には、過度な回数の入室は不可。

不適切な時期、長時間、大人数の入室など、細心の注意が必要。

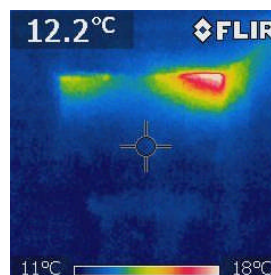
実施中の各種モニタリング

意見交換と観察所見記録



香川県立歴史博物館				観測所見記録	
観測日時	観測者	観測場所	観測内容	写真撮影	備考
白					
赤					
青					
黄					
緑					
紫					
黒					
白					
赤					
青					
黄					
緑					
紫					
黒					
白					
赤					
青					
黄					
緑					
紫					
黒					

熱画像カメラを用いて、石棺・石室の空隙や封土の薄い箇所を把握



装飾古墳モニターバスツアー

(一般参加者からの意見をアンケート調査で収集)。



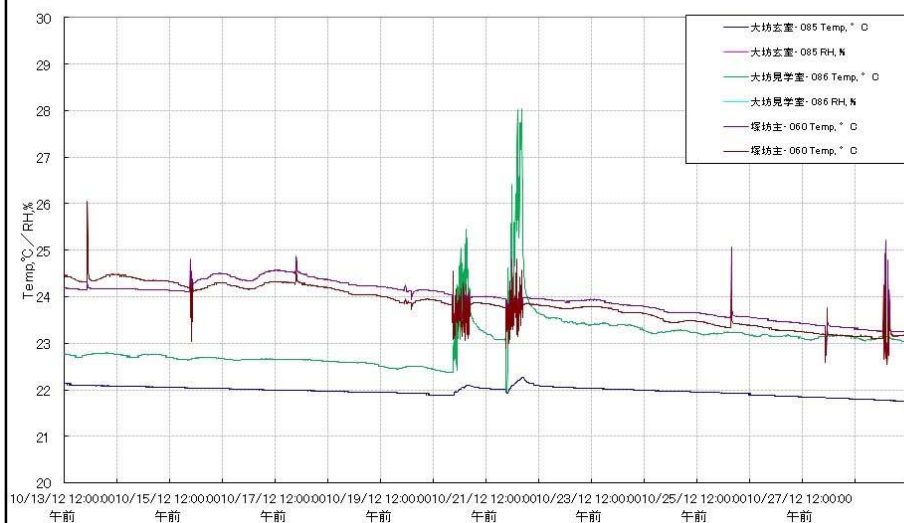
公開時、入室時の影響を記録するため、反応の速い温湿度用ロガーを別途設置。



45

各種調査データの比較により、 古墳の現状を比較、相対的に評価

H24一斉公開(大坊・塚坊主比較)



平成24年度までに実施している文化財石材調査

阿蘇熔結凝灰岩（灰石、通称阿蘇石）								
文化財石材名	開取り	現在の石切り場	現地踏査	石工道具実見	石工目利き	各種分析	現在の利用	古墳館での活用実績
南関石	○	南関町	○	○	-	-	墓石・間知石・細工物	かつて体験学習教材として利用
鍋田石	○	山鹿市川辺	○	○	一賽60kg～80kg	硬度測定 帯磁率測定	間知石	サンプル採取
円台寺石	○	熊本市植木町円台寺	-	-	-	硬度測定	間知石？	サンプル採取
江田石	○	和水町用木	○	○	一賽30kg～50kg	硬度測定 帯磁率測定	墓石・細工物	サンプル採取・レプリカ作成・体験学習使用
馬門石	-	宇土市網田	○	-	-	硬度測定 帯磁率測定	産業としては無し	サンプル採取
月田石	○	玉名市前田	-	○	-	-	衰退	-
御領灰石（御領石）	○	天草市五和町御領	○	-	-	-	墓石・間知石・細工物	-
江栗石	○	和水町	-	-	-	-	確認できず	-
砂岩・礫岩（通称天草砂岩）								
文化財石材名	開取り	現在の石切り場	現地踏査	石工道具実見	石工目利き	各種分析	現在の利用	古墳館での活用実績
下浦石	○	天草市下浦	○	○	アカ	硬度測定 帯磁率測定	家の土台、文化財の修復※	サンプル採取、試験用石材
下浦石	○	天草市下浦	○	○	アオ	硬度測定 帯磁率測定	間知石のみか、細工物、墓石製作可	サンプル採取、試験用石材
下浦石	○	天草市下浦	○	○	カブリイシ	-	-	-
合津石	-	上天草市合津	○	-	-	帯磁率測定	間知石のみか	-
イワノイシ	○	上天草市維和島	○	○	ナガレヤスイ	帯磁率測定	間知石・ステイン 操業中止	サンプル採取
テラシマノイシ	-	宇城市寺島	○	-	-	帯磁率測定	間知石 操業中止	-
その他								
文化財石材名	開取り	現在の石切り場	現地踏査	石工道具実見	石工目利き	各種分析	現在の利用	古墳館での活用実績
飛岳石	-	上天草市飛岳	-	-	ナガレニクイ	帯磁率測定	間知石・砂利等？	-
日田石	-	大分県日田市	○	○	-	-	間知石・文化財の修復	サンプル採取

平成25年度県内外で実施している装飾古墳を対象とした環境調査

古墳名	指定	現所在地	調査項目								主な留意点	実施主体	館の調査目的		
			温湿度(長期)					温湿度 公開時	測色	含水率				その他	
			玄室	羨道	見学室	屋外	その他								
田代太田古墳	国	佐賀県鳥栖市	○	○					○	○ ※非彩色箇所	○		壁画劣化の風評被害	鳥栖市教委	鳥栖市教育委員会の管理支援
ヒャーガンサン古墳	市※	佐賀県鳥栖市	○		○							○	※市指定重要文化財	鳥栖市教委	鳥栖市教育委員会の管理支援
大坊古墳	国	玉名市	○		○	○	○						公開時の蓄熱の影響	玉名市教委 肥後古代の森協議会	一斉公開の検証
永安寺東古墳	国	玉名市	○		○								ガラリ戸の影響度合い(特に夏場における見学室の環境)	玉名市教委 肥後古代の森協議会	一斉公開の検証
永安寺西古墳	国	玉名市						○					-	玉名市教委古墳館	覆い屋内の温度変化の特徴把握
塚坊主古墳	国	和水町	○		○			○	○				-	肥後古代の森協議会・古墳館	一斉公開の検証
チブサン古墳	国	山鹿市			○			○	○				公開時の蓄熱の影響	肥後古代の森協議会	一斉公開の検証
袈裟尾高塚古墳	県	菊池市	○				○	○	○				100名を超える見学者対応の際の管理体制	肥後古代の森協議会	一斉公開の検証
釜尾古墳	国	熊本市	○	○			○	○		○ ※現在中止	○		結露が及ぼす装飾に対する影響の判断	熊本市教委古墳館	装飾の色の見え方の季節変化
千金甲1号(甲号)墳	国	熊本市	○				○	○					保存用扉の劣化	熊本市教委古墳館	石室内の温度変化の特徴把握
石之室古墳(塚原古墳群内)	国	熊本市	○		○			○					国指定範囲内	塚原歴史資料館古墳館	温度変化の特徴把握
井寺古墳	国	嘉島町	○							○ ※現在中止	○		零下まで下がる石室内、塩類の析出、地衣類等の繁茂	嘉島町教委古墳館	装飾の色の見え方の季節変化
大戸鼻南古墳	県	上天草市	○							○	○	○	空隙、剥落、桜の根の侵入	上天草市教委古墳館	空隙を埋める材料の試験
大戸鼻北古墳	県	上天草市	○										墳頂の防水シート露出	上天草市教委古墳館	大戸鼻南古墳との比較
竹島3号墳	市	天草市	○				○	○					無人島に所在	天草市教委古墳館	簡易な保存施設の効果把握
長砂連古墳	県	上天草市	○		○								公開方法の検討	上天草市教委	上天草市教委の管理支援
田川内1号墳	県	八代市	○				○	○	○	○	○	○	-	八代市教委古墳館	修復箇所の環境把握
大鼠蔵尾張宮古墳	県	八代市	○		○	○							-	八代市教委古墳館	覆い屋内の環境把握
小鼠蔵1号墳	市	八代市	○										-	八代市教委古墳館	保存設備の無い開放空間での環境把握
宇賀岳古墳	県	宇城市	○		○	○		○					公開時の蓄熱の影響	宇城市教委古墳館	温度変化の特徴把握
横山古墳	無	古墳館	○	○	○			○	○	○	○		空調管理の実務、アーチカルバートの性能評価	肥後古代の森協議会・古墳館	保存設備の検証
四十八塚古墳群(4号) 別名: 中郡古墳	無	熊本市						○	○	○	○		リニューアル展示に伴う影響評価	熊本市立熊本博物館・古墳館	博物館環境下での装飾の見え方

※肥後古代の森協議会: 熊本県教委、菊池市教委、山鹿市教委、和水町教委の負担金によって運営されている「肥後古代の森」の周知活用を目的とした組織