

キトラ古墳の保存・活用に関する 保存技術ワーキンググループにおける検討結果について

□ 壁画関係

【壁画保存の基本的な考え方】

墳丘・石室など史跡としての古墳の価値を構成する重要な要素の現状を保ちつつ、貴重な壁画の恒久的な保存を両立させる措置として、壁画を全て取り外した後、十分な保存・修復を行う。

キトラ古墳の壁画は貴重な国民的財産であり、保存技術的に可能であれば、適切な施設において公開することを検討すべきと考える。

(特別史跡キトラ古墳の保存・活用等に関する調査研究委員会(第7回) H16. 9. 14)

1. 壁画の保存管理の方法・場所

(1) 当面の保存管理

検討事項	対応状況	
○ 当面の保存管理の場所・方法 【方針】 当分の間、現在の保存環境(温度 20~22℃、湿度 55~60%)を維持。 (検討会(第2回)H20. 8. 13) 【方針】 保存管理の場所 ・キトラ古墳仮設保護覆屋(取り外し直後の壁画) ・高松塚古墳壁画仮設修理施設(仮保存処置中の壁画)(泥に転写された壁画)(天井天文図) ・飛鳥資料館(仮保存処置後状態が安定している壁画) (委員会(第13回)H20. 3. 13)	○キトラ古墳仮設保護覆屋(保冷庫内)	
	取り外し直後の壁画	天井余白部分
	○高松塚古墳壁画仮設修理施設(博物館環境下)	
	仮保存処置中の壁画	四神「朱雀」 天井天文図
	仮保存処置済みで状態観察中の壁画	四神「青龍」 十二支「子」「丑」「戌」「亥」
	○高松塚古墳壁画仮設修理施設(保冷庫内)	
	状態の経過を観察している壁画	十二支「午」 (泥に転写された壁画)
	○飛鳥資料館(博物館環境下)	
	仮保存処置済みで状態が安定している壁画	四神「玄武」「白虎」 十二支「寅」

(2) 将来的な保存管理

課題

将来的な保存管理の場所・方法

- ・ 石室石材に貼り戻して石室内で保存管理するのかどうか。
- ・ 石室石材に貼り戻さず石室外で保存管理する場合の扱い。

対応案 ○メリット ●デメリット

【案1】古墳現地に貼り戻して保存管理

- 古墳本体と壁画が現地で一体的に保存されることとなり、遺跡の現地保存の原則に則する。
- 現状の石室に戻した場合、間違いなくカビが生じる。
- 史跡としての古墳の価値を維持しつつ、墳丘本体に博物館環境が維持できる保存施設を設けることは、現在の技術では不可能。
- 落ちかけていた漆喰は膨張している可能性があり、貼り戻すとしても石材に合致しないおそれが高い。

【案2】当面の間、石室外の適切な施設で保存管理

- 壁画を環境制御しながら安全に保存管理できる。
- 墳丘本体に保存施設を設置することが不要となる。
- 当面の間、墳丘本体の復旧整備ができる。
- 将来的に現地に壁画を戻すことが可能となるような技術の開発が期待される。
- 当面の間、古墳本体と壁画が現地で一体的に保存されない。

2. 壁画の公開活用

(1) 当面の公開活用

検討事項	対応状況
○ 当面の公開活用の場所・方法 【方針】保存技術的に可能であれば、適切な施設において公開することを検討すべき。 (委員会(第7回)H16.9.14)	仮保存処置が終了し状態が安定したものから順次、飛鳥資料館で特別公開を実施。 (実施状況) 平成18年度 四神「白虎」 平成19年度 四神「玄武」 平成20年度 十二支「子」「丑」「寅」 平成21年度 四神「青龍」「白虎」 平成22年度 四神「朱雀」「玄武」「青龍」「白虎」(予定) 平成23年度 未定

(2) 将来的な公開活用

課題

本格的な保存処置が終了した後の壁画の公開について

対応案 ○メリット ●デメリット

【案1】古墳現地に貼り戻して保存管理しながら公開

- 古墳本体と壁画が現地で一体的に保存されることとなり、遺跡の現地保存の原則に則する。
- 現状の石室に戻した場合、間違いなくカビが生じる。
- 史跡としての古墳の価値を維持しつつ、墳丘本体に博物館環境が維持できる保存施設を設け、公開もしていくことは、現在の技術では不可能。
- 落ちかけていた漆喰は膨張している可能性があり、貼り戻すとしても石材に合致しないおそれが高い。

【案2】当面の間、石室外の適切な施設で保存管理しながら公開

- 壁画を環境制御しながら安全に保存管理・活用できる。
- 当面の間、墳丘本体の復旧整備・活用ができる。
- 将来的に現地に壁画を戻すことが可能となるような技術が開発されるまで、適切な施設で壁画を公開できる。
- 当面の間、古墳本体と壁画が現地で一体的に保存されない。

(参考) 壁画の複製及び活用

- 平成21年度に陶板による壁画の複製を実施予定。

3. 壁画の保存修理

(1) 壁画の取り外し

検討事項	対応状況			
○ 剥離部分の保存方法について 【方針】 剥離部分を壁面から取り外し (委員会(第6回)H16.7.12) ○ 漆喰が石材に強固に固着している部分の取り外し方法について 【方針】 新たな技術(ダイヤモンドワイヤー・ソー)使用 (委員会(第10回)H18.11.15) ○ 天井の取り外し方法について 【方針】 緊急的にヘラによる取り外し (委員会(第12回)H19.9.27) ○ 余白部分を取り外すかどうかについて 【方針】 (改めて検討)壁画を全て取り外す方針を維持 (検討会(第3回)H20.12.17) 【方針】 石材単位で年2回程度の集中取り外しを実施 (検討会(第4回)H21.3.9)		四神等	十二支	余白部分
	北壁	「玄武」 取り外し済 (H17.11)	「子」「丑」「亥」 取り外し済 (H17.11)	H22年度 以降集中 取り外し
	東壁	「青龍」 取り外し済 (H16.8~9)	「寅」 取り外し済 (H17.12・18.12)	H22年度 以降集中 取り外し
	南壁	「朱雀」 (H19.2) 取り外し済	「午」(不時発見) 取り外し済 (H17.6)	H22年度 以降集中 取り外し
	西壁	「白虎」 (H16.8~ 9・H17.5) 取 り外し済	「戌」(H16.8~9) 取り外し済	H22年度 以降集中 取り外し
	天井	天文図 取り外し済 (H19.7~ H20.11)		H21年度 集中取り 外し
※絵が確認されている部分の取り外しは全て終了。				

課題

- ・生物被害の状況を鑑みれば、早期に全ての壁面を取り外す必要がある。
- ・絵が確認されていない余白部分(泥の下に残された可能性の高い十二支を含む)は年2回程度の集中的な取り外しを実施し、平成23年度までの終了を目指す。

現状

平成21年春に4週間の集中取り外しを実施。4週間の作業期間を年2回行うことでは、全ての壁画の取り外しの終了は平成25年度頃となることが予想される。

対応案 ○メリット ●デメリット

今回の集中取り外しの進捗状況を踏まえ、平成21年秋は6週間程度、平成22年度以降は春・秋各8週間程度で調整する。なお、取り外し作業に当たっては、作業・作業者の安全を確保し、万全の体制をとる。

(参考)天井、側壁の順を基本とし、現場の判断により適宜取り外し箇所を決める(検討会(第3回)H20.12.17)。

- 取り外し作業の日数を増やすことにより、早期取り外しの実現が可能となる。
- 技術者の確保が課題。

(2) 取り外した壁画の仮保存処置

検討事項	対応状況			
		四神等	十二支	余白部分
<p>○ 取り外した壁画の当面の保存処置方法 【方針】取り外された壁面は、その状態によって、様々な制約はあるが、保存・展示を行うために標準的な工程（①表面のHPCの除去 ②クリーニング ③絵画面の強化 ④画面の調整 ⑤表打ち ⑥裏打ちの除去 ⑦裏面の強化 ⑧画面の調整 ⑨裏面の補強 ⑩表打ちの除去 ⑪補填・補彩など）を行う。 (委員会(第7回)H16.9.14)</p> <p>○ 泥に転写された十二支「午」の保存方法 【方針】漆喰を除去し、泥に絵が転写された状態で保存。 (委員会(第8回)H17.11.14)</p> <p>○ 泥の下に残された可能性の高い十二支「辰」「巳」「申」の取り外しと絵の露出方法 【方針】壁面から泥も含めて取り外した上で適切に管理。取り外し後、X線等による調査を行うなどして、絵の残存状況を確認した上で、再度検討。 (検討会(第3回)H20.12.17)</p>	北壁	「玄武」 仮処置済 状態安定	「子」「丑」「亥」 仮処置済 状態観察中	取り外し 前
	東壁	「青龍」 仮処置済 状態観察中	「寅」 仮処置済 状態安定 (「辰」) 取り外し未実施	取り外し 前
	南壁	「朱雀」 仮処置中	「午」(不時発見) 泥に転写された 状態で経過観察 中(※) (「巳」) 取り外し未実施	取り外し 前
	西壁	「白虎」 仮処置済 状態安定	「戌」(H16.8~9) 仮処置済 状態観察中 (「申」) 取り外し未実施	取り外し 前
	天井	天文図 仮処置中		取り外し 前
	※ 「午」は泥に転写された状態で経過を観察しながら保存管理しているところ。			

課題1

泥に転写された十二支「午」の将来的な処置方針・方法。

対応案 ○メリット ●デメリット

【案1】泥に転写された図像を漆喰に再転写させるなどして表に戻す。

- 図像を正像で保存できる。
- 現在の技術では不可能。

【案2】泥を固めて、保存する。

- 博物館環境で保存できる。
- 逆像で保存することになる。
- 技術的に難しい。

【案3】当面の間、状態を観察しながら、現状を維持する。

- 将来の技術開発が期待される。
- 環境制御し続ける必要がある。

課題2

泥の下に残されている可能性の高い他の十二支「辰」「巳」「申」については、平成22年度以降に取り外しを予定しているが、X線等による調査の結果、絵の存在が確認された場合の扱い。

現状

現段階では、確認されていない十二支の扱いについて議論するには材料が不足。

X線透過法により、これまで発見された絵に用いられていることの多い朱色等が確認できたとしても、泥側についているのか漆喰側についているのかは分からない。

対応案

取り外した場合には環境を制御しつつ、現状を維持し、将来の技術開発を待つ。

(3) 微生物対策

検討事項	対応状況
<p>○ 石室内壁画を生物被害から保護する方法</p> <p>【方針】 絵のある部分を保護するため石室内点検を定期的を実施。確認されたカビらしきものはエタノール等により処置。 (委員会(第6回)H16.7.12)</p> <p>【方針】 目視可能な絵が描かれた部分の取り外しが終了したのちは、紫外線(UV)照射による生物制御と次亜塩素酸ナトリウム溶液による殺菌を併用しながら極力石室内に人が出入りせず、週1回程度の点検を行う。 (検討会(第4回)H21.3.9)</p>	<p>(平成16年～平成21年3月)</p> <ul style="list-style-type: none"> 週2回程度、石室内に人が出入りして定期点検を実施。 確認されたカビらしきものはエタノール等により処置。 <p>(平成21年3月～)</p> <ul style="list-style-type: none"> 石室の蓋を透明なものにし、週1回程度、人が出入りしない状況で蓋越しに石室内の様子を観察する定期点検を実施。 目視可能な絵が描かれた部分の取り外しが終了したのちは、石室内に殺菌灯を設置。 石室内にカビらしきものが確認された場合は、次亜塩素酸ナトリウム溶液による殺菌を行うなど、現場の判断により随時必要な措置を実施。

課題

- 石室内の微生物制御の方法の変更による微生物相の変化に関する調査。
- 紫外線(UV)や次亜塩素酸ナトリウム溶液による処置に耐性の強いカビなどが出現した場合の対応。

現状

取り外した壁画については、状態が安定しているものは博物館環境下で保存されており、また、状態観察中のものは脱酸素剤とともに封入しているので、微生物被害に関しては問題はない。専ら石室内の壁画に関する微生物対策が課題であるが、紫外線処置等の導入により、現状は比較的微生物被害が抑えられている。

対応案

微生物調査を行いつつ、必要に応じて、物理的な除去の実施や新しい薬剤の使用を検討する。また、制御方法を変更したことにより微生物相が変化する可能性があるため、注意を要する。

(4) 取り外した壁画の本格的保存処置

課題1

漆喰等の強化の度合いをどの程度とするのか

対応案 ○メリット ●デメリット

【案1】表面の質感等にあまり変化を生じることのない程度での強化を行う。

- 表面の質感等を可能な限り維持した処置を行うことができる。
- 平置き、斜め置き、垂直立ての範囲であれば公開することができる。
- 石室空間を再現する場合、側壁を垂直立てにできても、天井を下向きにすることができない。

【案2】側壁については案1とし、天井については下向きに耐えられる程度まで強化を行う。

- 石室空間を再現することができる。
- 天井については、表面の質感等が変化する可能性が高い。
- 地震等の災害時における危険度が増す。

課題2

再構成する範囲及び単位をどうするか。

対応案 ○メリット ●デメリット

【案1】各壁面の全面を一面として再構成

- 絵は一つの画面であるという原則に合致する。
- 全体として大きくなり、重くなる。
- 定期的に必要なメンテナンスが難しい。
- 地震など万一の際の移動に困難が伴う。

【案2】各壁面の全面を、原則として石材単位を目安に再構成

- 全体としてコンパクトで、重量も軽減される。
- 定期的に必要なメンテナンスがしやすい。
- 地震など万一の際の移動が比較的容易となる。
- 北壁は東西2石で一つ、東壁中央は上下2石で一つで再構成したり、既存のひび割れに応じて再構成するなど、各面の状況に応じた臨機応変な対応が可能。
- 展示台を工夫することなどにより、一体として観せるということが可能となる。
- 絵は一つの画面であるという原則に合致しない。

【案3】 絵の周辺部分のみを再構成

- 最もコンパクトで軽量なことから、搬送がしやすい。
- 定期的に必要なメンテナンスがしやすい。
- 地震など万一の際の移動が容易となる。
- 絵は一つの画面であるという原則に著しく合致しない。
- 絵を一体として見せることができない。

課題3

漆喰がなく石が露出している部分の扱いをどうするのか。

- ・ 漆喰が発見当初から欠損している部分
- ・ 漆喰が薄く、石が透けて見える部分

対応案 ○メリット ●デメリット

【案1】 石が露出している部分及び漆喰が欠損している部分を再現する。

- 絵画としての真正性が失われる。

【案2】 石が露出している部分及び漆喰が欠損している部分は再現しない。

- 絵画としての真正性が保たれる。

課題4

「朱雀」の裏面の泥に転写された朱線・墨線の処置をどうするのか

対応案

転写された部分についても裏打ち（顔料層に対する表打ち）して再構成を行う。

課題5

クリーニングの度合いをどの程度とするのか

対応案 ○メリット ●デメリット

【案1】 根などの汚れを除去するのみとする。

- カビの痕跡やゲルが除去されない。
- 取り外し時期によって色合いが異なる。

【案2】案1に加え、技術的に可能な範囲で安全にカビの痕跡やゲル、泥を除去する。

- カビの痕跡やゲルが除去される。
- 取り外し前(平成16年当時)の色合いに近づけることができる。

【案3】案2に加え、泥を完全に除去する。

- 技術的に難しい。

□ 古墳（墳丘及び周辺）関係

1. 古墳の整備・活用

(1) 石室の扱い

課題

- ・ 石室を保存管理していくかどうか
- ・ 石室内を公開していくかどうか

対応案 ○メリット ●デメリット

【案1】 石室を保存管理し、公開する。

- 石室を見学できる。
- 環境制御のための施設が必要となる。
- 石材を強化する必要があるが、技術的に難しい。
- 継続的な維持管理が必要となる。

【案2】 石室を保存管理するが、公開はしない。

- 壁画を戻すために必要な石室内の環境計測が可能となる。
- 石室を見学できない。
- 環境制御のための施設が必要となる。

【案3】 墓道部を埋め戻し、公開しない。

- 壁画を戻すために必要な石室内の環境計測が可能となる。
- 環境制御のための施設が不要となる。
- 石室を見学できない。

(2) 墳丘本体の扱い

検討事項	対応状況
<p>○ 保存施設の設置について 【方針】キトラ古墳石室保存の応急処置(発掘等調査含む)のための仮設保護覆屋を建設。 (委員会(第3回)H14.7.10)</p>	<p>墓道部を発掘し、仮設保護覆屋を設置(平成15年7月竣工)。 墳丘は土嚢を積み、遮水シートで保護。</p>

課題

これまでの発掘調査の成果を踏まえ、墳丘をどのように整備していくか。

現状

昭和57年 測量調査(関西大学)

平成9年 範囲確認調査(墳丘北半部、墳丘裾)
(明日香村教育委員会)

平成14年 墓道部発掘調査(文化庁、奈良文化財研究所、奈良県立橿原考古学研究所、明日香村教育委員会)



対応案 ○メリット ●デメリット

【案1】指定当時への復旧程度とする。

- 墓道部の埋め戻しのみで、更なる発掘調査は不要となり、特別史跡の保護が図られる。
- 築造当時の墳丘本来の形状を表現できない。

【案2】案1に加え、盛土と張芝を行う。

- 墓道部の埋め戻しのみで、更なる発掘調査は不要となり、特別史跡の保護が図られる。
- 築造当時の墳丘本来の形状を表現できない。

【案3】案2に加え、これまでの発掘調査の成果を基に、必要に応じて発掘調査を行うことで、墳丘・周溝を復元する。

- 築造当時の墳丘本体の形状を可能な限り表現できる。
- 必要に応じて、更なる発掘調査が必要となる。

(3) 床面の扱い

検討事項	対応状況
○ 床面の剥ぎ取りの是非 【方針】 棺台の痕跡などの考古学的な調査を行った上で、剥ぎ取りの是非について再度検討を行う。 (検討会(第3回)H20.12.17)	今後、考古学的調査を実施。

課題

床面がカビ等の温床となっているが、取り外しを行うかどうか。

現状

以前はカビ等の温床となっていたが、紫外線(UV)照射によりカビ制御がなされている。

※「委員会」は「特別史跡キトラ古墳の保存・活用等に関する調査研究委員会」
「検討会」は「古墳壁画保存活用検討会」

キトラ古墳の将来的な保存活用 のための当面の課題について

1. 保存修理後の壁画の保存・活用方策

- (1) 保存・活用の方法
- (2) 壁画をどのように保存すべきか
- (3) どのような場所で保存すべきか

2. 古墳本体の保存・活用方策

- (1) 墳丘をどのように整備するか
- (2) 石室内をどのように整備するか
 - ・床面の扱い
床面の剥ぎ取りについては、棺台の痕跡などの考古学的な調査を行った上で、剥ぎ取りの是非について再度検討を行う。
(H20.12.17 古墳壁画保存活用検討会(第3回)了承)
 - ・石室を保存管理していくかどうか
 - ・石室内を公開していくかどうか

壁画保存の考え方について

1. 壁画古墳における保存の基本的な考え方

- 遺跡の保存に関しては、それを構成する各遺構が現地で一体的に保存されることが原則であり、古墳の壁画についても、現地の石室内で保存されることが基本である。

2. 特別史跡キトラ古墳における保存の考え方

- キトラ古墳の場合は、四神・十二支等の壁画が絵画としても、きわめて貴重な文化財であるため、十分な保存を図る必要があり、墳丘・石室等からなる古墳本体の保存と合わせて具体的な方法を検討することが必要である。
- キトラ古墳の壁画は、壁面から浮いている部分については取り外すことにより、十分な保存措置を講ずることが可能になったが、なお石室内に残っている部分については、次の点で大きな問題がある。
 - ① 石室内の漆喰は接着していると思われるところでも、既に無数の亀裂があり、時間が経つと剥離することが考えられるので、このままの状態では剥落する危険がある。また、漆喰は微妙な環境の変化に応じて収縮を繰り返すことにより劣化が生じている。
 - ② 発掘調査の開始以降、壁画の取り外し作業中もなお、カビの発生が断続的に確認されている。入念な点検・処置を行って大事には至っていないものの、カビの発生を完全に防止することは困難である。また、取り外した壁画の裏面にもカビが認められ、目視できない箇所についての不安も大きい。
 - ③ カビの防止のためには、石室内の環境をより乾燥させることが考えられるが、最近乾燥が認められた壁画の漆喰面の詳細な観察によれば、乾燥により壁画にすでに存在する亀裂の拡大や新たな亀裂の発生が生じたり、壁画の浮きが進行すると考えられるうえ、漆喰の劣化も憂慮され、乾燥させる措置も適切なものとはいえない。
- したがって、現在の石室内で壁画の保存のために最適な環境を恒久的に維持することは現状ではきわめて困難である。
- 石室ごと解体して保存処置する方法については、墳丘をほぼ完全に除去し、石室を解体する必要があることから、古墳自体の本来の形が失われることになり、史跡の保存上大きな問題がある。また、実際の作業を想定しても覆屋の撤去・石室解体時の衝撃、急激な環境の変化等がかえって壁画に悪影響を与える

危険性がきわめて高い。

- 以上のことから、墳丘・石室など史跡としての古墳の価値を構成する重要な要素の現状を保ちつつ、貴重な壁画の恒久的な保存を両立させる措置として、壁画を全て取り外した後、十分な保存・修復を行うこととしたい。

3. 取り外した壁画等の保存、活用

- 取り外した壁画は、文化財研究所において保存・修復を行うこととしたい。
- 取り外した壁画については、保存・修復を行うこととしても、再び現地の石室内に戻して貼りなおすことは、その環境を考慮すると現状では困難である。
- キトラ古墳の壁画は貴重な国民的財産であり、保存技術的に可能であれば、適切な施設において公開することを検討すべきと考える。
- 壁画及び古墳本体の具体的な整備・活用の方策については、関係者の意見も踏まえつつ、引き続き委員会で検討したい。

キトラ古墳壁画の保存措置方法について

東京文化財研究所 川野邊 渉

1. 現在の石室内壁画の状況

漆喰の状態は、写真1～5で確認されるとおり、経時的に漆喰が消失してきている場所がある。急速に変化していく石室内漆喰を早期に確実に保存していくためには、一刻も早く石室内漆喰を剥ぎ取り、十分な保存環境下で保存修理を行う必要がある。

2. 今後の剥ぎ取り作業について

①剥ぎ取りの時期

温度の高い時期を除く1ヶ月程度、集中的に剥ぎ取るなどの方法により、剥ぎ取りを効率的に実施できるとともに、剥ぎ取った時期による漆喰の状態（色や強度）の差異を少なくすることができると考えられる（図1）。

また、併せて温度の高い時期には数ヶ月間石室を開封しないことにより、人が通年的に出入りすることを抑制でき、カビ等の生物被害を抑制する効果が考えられる。

（剥ぎ取り期間中は、殺菌灯による微生物抑制を図り、剥ぎ取り期間終了後、石室を密閉する際にパラホルムアルデヒド薫蒸を実施するなどの対応が考えられる。）

②剥ぎ取り順序について

剥ぎ取り順序については、現場における状況を見ながらとなるが、概ね優先すべきと思われる箇所を資料写真6～10に示す。

3. 剥ぎ取った壁画の保存管理について

剥ぎ取った壁画のうち、天井天文図については平成21年2月6日に国宝高松塚古墳壁画仮設修理施設に移送し、今後、博物館環境下での保存修理を行う予定である。その他の壁画についても並行して修理作業を進める予定であるが、以下の課題がある。

- ・ 朱雀の裏面に確認された泥に転写された朱線・墨線の処置（参考資料）
- ・ 壁面として再構成する際の支持体（石面相当部分）及び漆喰の欠損部分の扱い
- ・ 将来的な保存活用形態に併せた処置方法の検討

終末期古墳の整備事例

1. マルコ山古墳 (奈良県明日香村)



2. 石のカラト古墳 (奈良県奈良市・京都府木津川市)



(木津川市のHPより)