

レバノン共和国・ティール市郊外ラマリ地区所在地下墓TJ04保存修復研究 2004・2005年度概要報告

西山 要一

1 はじめに 地下墓TJ04の保存修復研究実施にいたる経過

レバノン共和国の首都・ベイルートの南約80kmにあるティール（現スール市）は、東地中海に面した景勝の地でありまた温暖な気候に恵まれて、紀元前5000年ころにはすでに優れた古代文明があったといわれている。ここに世界文化遺産「フェニキアの中心都市として栄えた港町ティール」がある。フェニキア時代の遺構はまだ未解明であるものの、シティー・サイトとアル・バス・サイトの2か所の世界遺産地区には、ローマ時代の港湾・列柱道路・公共浴場・金属とガラスの工房・劇場・水道橋・ヒッポドロムス（戦車競技場）・ネクロポリス（墓地）などの遺構が発掘され、保存修復され、多くの研究者・観光旅行者を迎えている。

ティールの世界遺産地区の東約3kmの丘陵にはローマ時代からビザンチン時代にかけての地下墓・竪穴墓・地上掘込墓が営まれていて、その数は数千にも達するといわれている。この一角のラマリ地区では2002年度より、泉拓良奈良大学教授（現京都大学大学院教授）を代表者とする奈良大学考古学調査隊が文部科学省科学研究費（2002～2004年）の助成を得て発掘調査を行ない、ローマ時代の地下墓と地上掘込墓およそ30基を発掘調査し、テラコッタの神像・アンホラ（ワイン壺）・ランプ・ガラス瓶・青銅コイン・鉛製分銅などを発見している。

本保存修復研究が対象とするローマ時代の地下墓TJ04はラマリ地区にあり、石灰岩丘陵裾の岩盤に長さ約5mの下り階段を設けて、およそ7m四方、高さ3mの空洞を掘削し、その空間におよそ3m四方、高さ3mの墓室を切石で構築している。墓室の壁には長さおよそ2mの19の納体室（棺柩）と床に2つの納体室、合わせて21の納体施設を設けている。既に開口していて墓室内部はかなりの損傷を受けていたが、2002年、西山らは側壁には赤色の波形、緑色のオリーブの枝束、灰色の石柱と灯火台など、天井には赤・緑・灰色などで鮮やかに彩色された花形などの壁画のあることを発見し、さらに2003年（財団法人文化財保護振興財団の一部助成）の調査によって墓室内部に落下堆積していた土砂中より多数の壁画片と壁や納体室の石材を発見し、これら落下した石材を原位置に戻せば、TJ04墓室の壁画および墓室・納体室のほぼ9割を復原できる可能性のあることを明らかにした。

これと並行して、地下墓の岩盤・構造石材の材質分析、壁画顔料の機器分析、壁画の汚れを除去し、壁面を強化するテストとともに温度・湿度・照度・紫外線強度・二酸化炭素濃度・大気汚染などの保存環境調査を実施し、将来のTJ04地下墓の良好な保存環境確保の研究も進めた。

以上のような経過を経て、奈良大学・レバノン考古総局の両者ともに調査研究の継続を望んだことと期を一にして、2004年には学校法人奈良大学創設80周年を迎えることになり、市川良哉理事長の提案によって、本研究を奈良大学創設80周年記念事業として実施することになった。



レバノンの位置



ティール（スール市）の位置

2 地下墓TJ04の保存修復研究の協約調印

レバノン国・ティール市郊外ラマリ地区所在の地下墓TJ04の保存修復研究について、学校法人奈良大学市川良哉理事長とレバノン考古総局フレデリコ・フセイニ局長は、2004年9月3日に協約書を締結した。協約には、TJ04の保存修復、壁画顔料の科学分析、報告書の出版等を2004年から2007年までの4か年にわたって行うこと、調査はレバノン考古総局の指導の下に行い、成果はレバノン考古総局の機関誌“BAAL”に発表すること、諸費用は奈良大学が負担することなどが謳われている。

レバノンでは、フランス・イタリア・スペイン・日本などと遺跡の考古学調査についての協定が結ばれ、実施されているが、遺跡・遺物の科学的保存処理・修復や科学的分析の研究についての協定は初めてであり、大きに成果を期待しているとのフレデリコ・フセイニ局長のコメントがあった。



調印式 市川良哉理事長（左）とフレデリコ フセイニ・レバノン考古総局長（右）



協約書

3 地下墓TJ04の保存修復研究の目的

本研究は、2003年度までに行った前記の調査成果を基礎にして、2004～2006年度に調査・修復を行い、2007年度は報告書を刊行する2004年度～2007年度までの4か年計画で実施する。

この研究の課題は次のとおりである。

- (1) TJ04地下墓の岩盤掘削の実態、壁面と床にある納体室の構造、墓室入口の扉・階段の構造、壁面・天井の土器碎片混入の漆喰壁の技法等を考古学・建築学・土木工学的に解明する。
 - (2) アンホラ、ランプ、ガラス瓶等の遺物の考古学的・保存科学的研究によって、製作年代、材質、製作技法等を解明する。
 - (3) 壁画顔料の科学的分析・保存科学研究によって材質・顔料産地を明らかにする。
 - (4) 壁画の描写技法・題材・壁画装飾の意義等を美術史研究から解明する。
 - (5) (1)～(4)の研究を総合して東地中海・レバノン地域におけるローマ時代の地下墓の実態と社会構造を解明する。
 - (6) 温湿度・光・紫外線強度・二酸化炭素濃度・大気汚染濃度などの環境調査を行い、構築以来1900年間の壁画保存の謎を解き、今後の保存環境管理の方法を研究する。
 - (7) 壁画の汚れを除去するクリーニング法、剥落を防止し強化するための科学的保存処理方法を研究し、実施する。
 - (8) TJ04地下墓の保存修復・整備を行い貴重な壁画地下墓として保存・公開する。
 - (9) 壁画と遺物の科学的保存処理の理論と技術、遺跡の修復・整備の理論と技術等のレバノンへの移転を図る。
- 本研究は壁画地下墓の保存科学・考古学・建築学・美術史・遺跡修景学等の科学研究および文化財保存修復の技術の移転等の学際的・総合的研究を行い、ローマ時代のレバノンの文化・社会を明らかにし現代に甦らせ、未来に伝えることを大きな特色とする。



TJ04 (丘裾より見る・中央が入口)



TJ04階段と墓室入口



TJ04 (丘上より見る)

4 地下墓TJ04保存修復研究の実施体制

2004年度

研究期間 2004年8月1日～9月10日 (現地調査)

研究組織 代 表 者 市川 良哉 (学校法人奈良大学・理事長)

研究代表者 西山 要一 (奈良大学文学部文化財学科・教授)

保存科学・修復研究 西山 要一 (奈良大学文学部文化財学科・教授)

島津 功 (奈良大学大学院文学研究科文化財史科学博士前期課程2年)

島田 守 (奈良大学大学院文学研究科文化財史科学博士前期課程2年)

竹原 弘展 (奈良大学大学院文学研究科文化財史科学博士前期課程2年)

北森さやか (奈良大学大学院文学研究科文化財史科学博士前期課程1年)

村上 智見 (奈良大学文学部文化財学科3年)

	清水 寿恵 (奈良大学文学部文化財学科 2年)
	中村 晋也 (金沢学院大学芸術文化学部文化財学科・専任講師)
	林 國郎 (奈良大学保存科学研究室共同研究員)
	森田 拓馬 (奈良大学文学部文化財学科卒業生)
	西山 正吾 (名古屋大学大学院理学研究科博士後期過程 3年)
考古学研究	酒井 龍一 (奈良大学文学部文化財学科・教授)
	泉 拓良 (京都大学大学院文学研究科・教授)
レバノンチーム	ナーデル・シクラウィ (レバノン大学大学院・現地作業員総括)
	ハーディ マラアク (サン・エスプリット・カスリック大学大学院)
	作業員 (8名)
アドバイザー	アサド・セイフ (レバノン考古総局・次長)
	アリ・バダウィ (レバノン考古総局ティール)
研究資金	(学) 奈良大学創立80周年事業基金、(財) アジア福祉教育財団助成、 (財) 文化財保護・芸術研究助成財団助成、文部科学省学術研究高度化推進経費助成
2005年度	
研究期間	2005年8月1日～2005年9月10日 (現地調査)
研究組織	代 表 者 市川 良哉 (学校法人奈良大学・理事長)
	研究代表者 西山 要一 (奈良大学文学部文化財学科・教授)
保存科学・修復研究	西山 要一 (奈良大学文学部文化財学科・教授)
	辛 長河 (奈良大学大学院文学研究科文化財史科学博士前期課程 2年生)
	橋本 俊範 (奈良大学大学院文学研究科文化財史科学博士前期課程 1年生)
	島津 功 (奈良大学大学院文学研究科地理学修士課程 1年生)
	中村 晋也 (金沢学院大学美術文化学部文化財学科・専任講師)
	島田 守 (奈良大学大学院文学研究科文化財史科学博士前期課程修了)
	森田 拓馬 (奈良大学文学部文化財学科卒業)
	林 國郎 (奈良大学保存科学研究室共同研究員)
考古学研究	泉 拓良 (京都大学大学院文学研究科・教授)
	松田 正昭 (和歌山県文化財センター・嘱託研究員)
	酒井 龍一 (奈良大学文学部・教授)
美術史研究	栗田美由紀 (奈良大学文学部文化財学科・助手)
遺跡整備研究	峠 美穂 (大阪府文化財センター・嘱託研究員)
アシスタント	速見奈津子 (芸術研究)
	西山 涼平 (大谷大学文学部文化情報学科 3年)
レバノンチーム	ナーデル シクラウィ (レバノン大学大学院・現地作業員総括)
	ハーディ マラアク (サン・エスプリット・カスリック大学大学院)
	石工 (2名)・作業員 (5名)
アドバイザー	アサド・セイフ (レバノン考古総局・次長)
	アリ・バダウィ (レバノン考古総局ティール)

研究資金

(学) 奈良大学創立80周年事業基金、(財) アジア福祉教育財団助成、
(財) 私立学校振興・共済事業団学術研究振興資金助成、
文部科学省学術研究高度化推進経費助成

5 2004年度の研究成果

(1) TJ04地下墓の構造調査

TJ04地下墓は入口から墓室に至る階段が8段であり、上3段は岩盤を掘り込んで造作し、下5段は加工石材を設置して築いている。墓室入口には、両開きの石扉が設置されていたことが扉石1点・扉受石上下2点の発見により判明した。墓室に向かって左扉背後に小石室があり、墓前祭祀の水置所等として使用したものと考えられる。

墓室の北壁には上段・下段にそれぞれ3つの計6つ、東壁には上段・下段にそれぞれ3つの計6つ、南壁には上段に3つ、下段に2つ、さらにその下に2つの計7つの納体室、さらに墓室床面には2つの掘り込みの納体室があり、あわせて21の納体室が設けられていることが明らかになった。床面掘り込みの納体室は石の蓋をして床とし、南壁最下段の2つの納体室は床下となる仕組みである。したがって、通常、壁面には上下2段の17の納体室が見えるつくりであった。ただし、南壁下段の納体室は、現在は幅の違う2つの納体室となっているが、天井に残る目止め漆喰の痕跡から築造当初には納体室が3つ設けられていたことが判明した。また、東壁下段の中央の納体室は他の2つの納体室と比べて巾が狭く左右の壁の石材、最上段の持ち送り構造などの違いが見られたが、南壁下段と同じく、天井に残る目止め漆喰の痕跡から、築造当初は下段納体室は同じ幅・規模であったことが判明した。しかし、これらの改造が何時行われたかは不明である。



墓室西北隅の調査



床に落下していた壁画のある切石



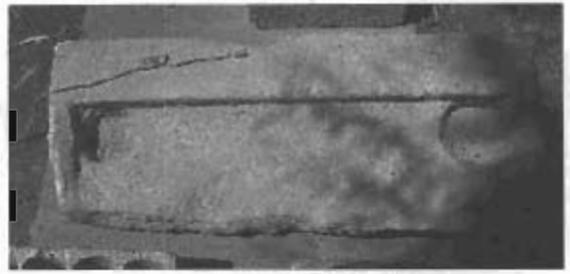
墓室床堆積土壌の篩掛け調査



墓室北壁・納体室の実測調査



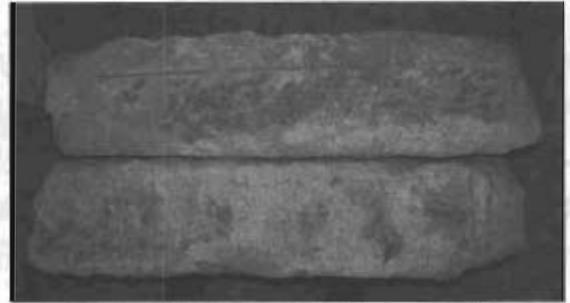
墓室入口の石扉



石扉の受け石（敷居石）



墓室床に落下していた石材



墓室床に落下のオリーブの壁側のある石材



東 壁



北 壁



床



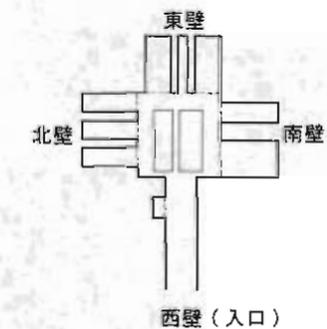
南 壁



天 井



西壁（入口）



平面プラン概念図（床面レベル）

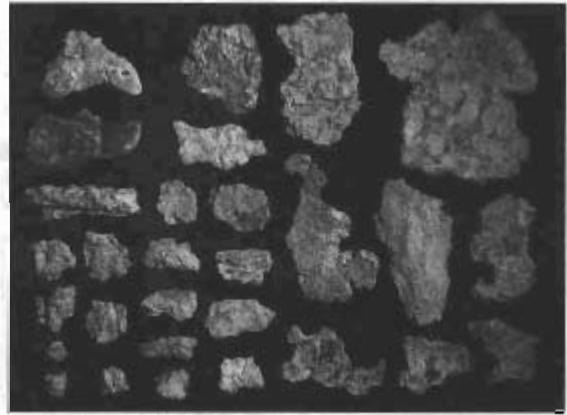
地下墓TJ04墓室（2004年9月）

また、壁面の納体室の蓋石と思われる縦90cm横60cm、表面に漆喰と彩色のある石材が2点発見された。

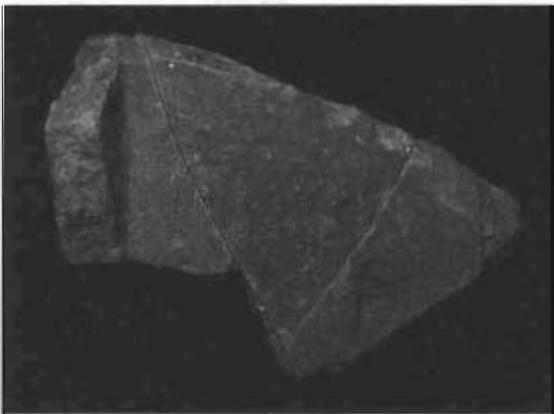
(2) 墓室床出土の遺物

墓室の床には厚さおよそ1.5mの土砂に墓室・納体室の石材が混入し堆積していた。この堆積土砂は慎重に除去したところ、規則的層序の認められない攪乱状態であった。この攪乱土中から鉛製の棺の破片30片を発見した。メデューサ、飾り紐等の文様が見られる。鉛棺はレバノン南部、特にティール周辺に特徴的な遺物であり、また、メデューサ像は石棺にも彫刻される辟邪のシンボルである。また、陶棺の破片10数点、木棺に使われたと思われる鉄釘10数点を発見した。TJ04では、鉛棺・陶棺・木棺の3種類の棺が使われていたことが判明した。

その他、アンホラ（ワイン瓶）、ランプ、ガラス瓶、銅製鎖の破片など多数を発見したが、いずれもが細片であ



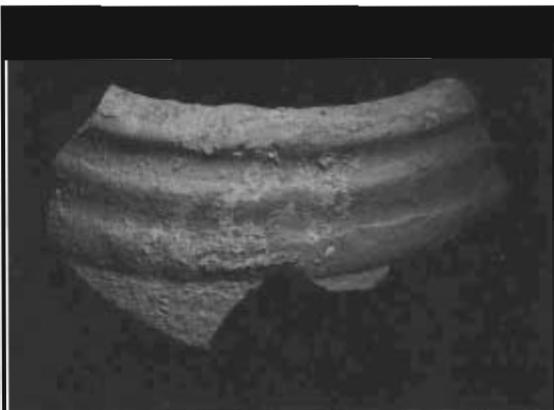
TJ04の床面調査で発見した鉛棺の断片 メデューサ（縦7.0×横6.6cm）を鋳出している



陶棺の断片（横24×縦19cm）



鉄釘の断片（右：長さ3.9cm）



アンホラ（ワイン壺）の断片



陶製のランプの断片（横4.1×2.5cm）



ガラス瓶の断片（縦2.2×横1.5cm）



銅製鎖の断片（横2.3×縦1.1cm）

る。これら遺物の形態的特長から、TJ04は紀元1～2世紀に築造されたものと推測される。

（3） 壁画の劣化度調査およびクリーニング・強化剥落止め実験

壁と天井に残存する壁画は、表面が土や煤によって汚れているものの数種の顔料による鮮やかな彩色が施され、その保存状態も目視では健全に見える。今回、可搬型熱伝導率計を使った壁画のある壁面（漆喰下地）および岩盤の劣化度測定を試みた。目視観察では判明しない内部の劣化の把握が可能となる見通しである。

また、2003年に行った壁画のクリーニングテストおよび合成樹脂による強化・剥落止めテストの経過観察を行った。クリーニングテストは、冷水・温水（いずれも純水）およびエチルアルコール、冷水と温水に界面活性剤を添加した液をそれぞれ使ったが、温水によるクリーニングが汚れ・地衣類ともに、最も良く除去でき、2年後の経過



天井北西角のクリーニングテスト



3種類の樹脂を使った壁面の硬化テスト



可搬型熱伝導率計による壁面・石材の劣化度測定

も良好であった。ただし、天井壁画の表面の黒い煤様の汚れはいずれの方法によっても除去できず、今後の課題である。

漆喰壁面の強化・剥落止めテストは、アクリル系樹脂とシリケート系樹脂を3種使用したが、表面の変色・艶・硬化度（触診）ともにシリケート系樹脂が良好であり、2年後も同様である。引き続き経過を観察し、壁画のクリーニング法と保存法を試み、確立を期したい。

Table 1 Thermal conductivity values of Wall of TJ 04

No.	Thermal conductivity	Points of measurements on the north wall
	(W/m ⁻¹ · K ⁻¹)	
1	1.48	surface of fresco painting
3	1.10	surface that fresco painting was peeled
5	1.20	mortar under fresco painting
7	1.31	surface of fresco painting
9	1.15	surface that fresco painting was peeled
11	1.21	mortar under fresco painting
13	0.98	surface of fresco painting
15	1.08	surface that fresco painting was peeled
17	0.96	mortar under fresco painting

Table 2 Thermal conductivity values of ceiling of TJ 04

No.	Thermal conductivity	Points of measurements on the north wall
	(W/m ⁻¹ · K ⁻¹)	
19	0.98	surface of fresco painting
21	0.98	surface that fresco painting was peeled

Table 3 Thermal conductivity values of rocks of TJ 04

No.	Thermal conductivity	Points of measurements on the north wall
	(W/m ⁻¹ · K ⁻¹)	
23	1.33	grog contained grave
25	1.23	matrix contained grave

熱伝導率測定による壁面・石材の劣化度調査

(4) 温度・湿度等の環境調査

TJ04の現地調査中、地下墓外部は連日30℃を超える気温であったが、墓室内は24～26℃に安定し、壁画面はさらに24℃前後に安定していた。墓室入口の鉄格子扉に暗幕を下げると、この温度安定の傾向はさらに強くなる。墓室内の湿度は95～100%である。

墓室内への自然光の入射は少ない。墓室入口方向の西に太陽が来る午後から夕刻にかけてやや強くなる。しかし、墓室入口に遮光用に暗幕を下げると光量はさらに小さくなり、目視ではほぼ真っ暗である。

墓室内の二酸化炭素濃度を測定すると、外部は0.04%であるのに対し、墓室内で多人数（8名）が作業すると0.15%まで上昇する。2名程度の少人数による作業では0.06%までの上昇に止まった。

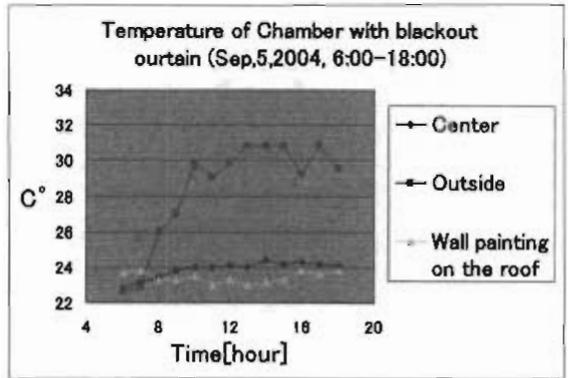
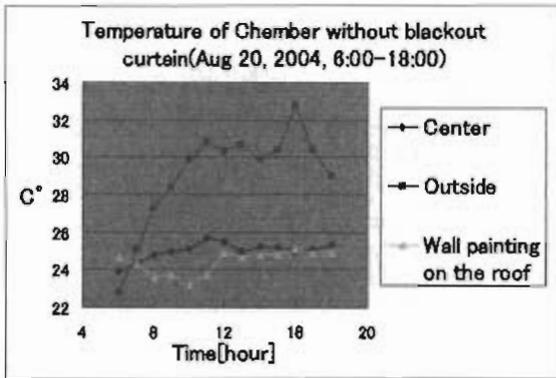
地下墓内の温度の日変化は少なく、湿度は作業中は95%まで下がるものの通常は100%に安定し、照度・紫外線強度も極小で、壁画の保存にとって良好な状態であることが確認された。二酸化炭素は壁画顔料に影響を及ぼす恐れがあり保存修復・公開に当たっては留意が必要である。保存環境管理に貴重なデータを得ることができた。



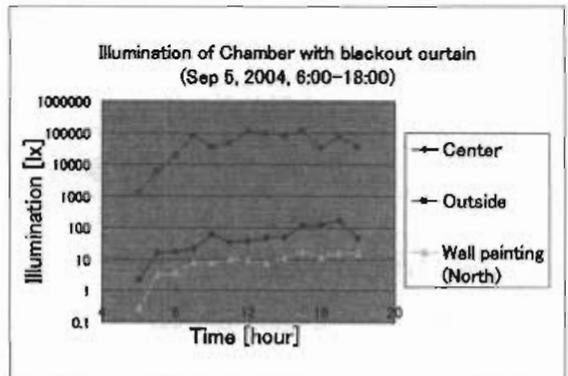
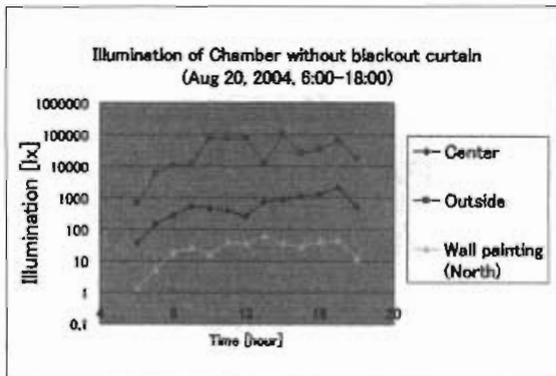
TJ04入口階段付近の環境調査



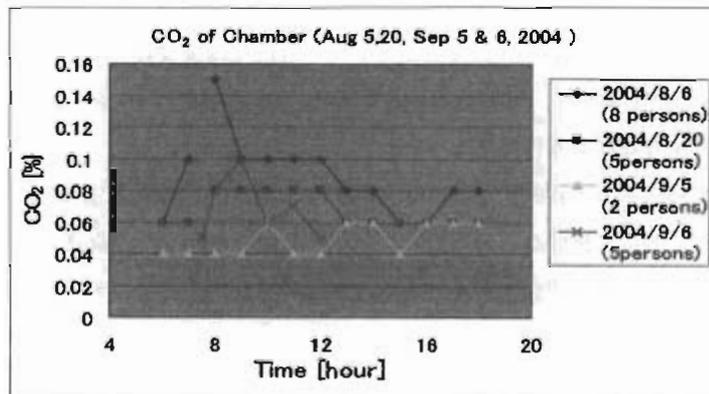
墓室内の環境調査



地下墓外部・墓室内・墓室壁画表面の温度の日変化 (2004年8月20日・9月5日)



地下墓外部・墓室内・墓室壁画表面の照度の日変化 (2004年8月20日・9月5日)



二酸化炭素の日変化と作業人数

(5) TJ04墓室・納体室の石材調査

墓室の床に落下堆積していた石材の実測調査を行ったところ、壁画のある石材やその他の石材の原位置を推測できることが判明した。壁画のある石材を原位置に戻せば、壁画は全体のおよそ80%、墓室・納体室の石材を原位置に戻せば墓室は90%の修復が可能と推測できた。2005年度から予定している墓室の修復にとって極めて大きな手がかりを得ることができた。



壁画のある石材の実測

6 2005年度の研究成果

(1) TJ04墓室・納体室の調査

TJ04墓室内の21の納体室と階段をクリーニングし、墓室の構造を明らかにした。そのうち未調査であった南壁の二つの納体室（SL2-0、SL3-0）からは、ワイン壺、ガラス瓶、青銅製品の小片と壁画片を、また、墓室入り口両側壁（西壁）の破損部からも、ワイン壺、ガラス瓶、青銅製品、壁画片を発見した。



ガラス瓶の破片（長さ42mm）

陶製壺の破片（長さ28mm）



亀裂の入った納体室天井の支持台 (SL3-0)



納体室の実測 (SL2-2, SL3-2)



落下していた石材の実測



“X”印の刻まれた石材

(2) TJ04納体室の石材・周辺の実測、測量調査

南壁の2つの納体室 (SL2-1・SL3-1) に鉄製の支持装置各4本を挿入して安全を確保した後、南壁と東壁の5つの納体室 (SL2-2, SL3-2, SL2-1・3-1, EL1-1, EL2-1) の実測調査 (実測図作成) を行った。また、落下していた墓室と納体室の構造石材60点の実測調査も行った。これらの図を基にして墓室と納体室の構造を明らかにするのである。

実測とともに納体室構造石材の鑿加工痕の拓本をとっていたところ、一つの石材の側面に“X”の刻印を発見したが、意味は不明である。

(3) TJ04構造石材の合成樹脂による強化処理

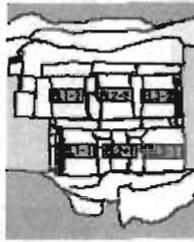
およそ100点の落下していた墓室・納体室の構造石材のうち、およそ10点については合成樹脂による科学的強化処理が必要であった。しかし、今年度は処理に十分な時間が確保できず、次年度に行うこととした。

(4) TJ04納体室の修復

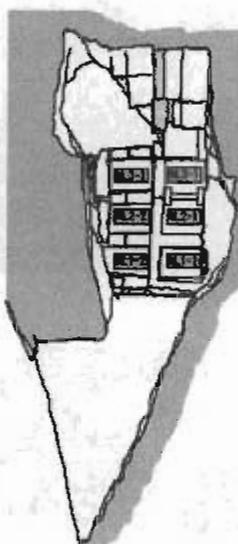
TJ04の墓室・納体室の修復は原則として、オリジナルの落下石材を原位置に戻すことによって進めた。しかし、オリジナルの石材が失われたり、破損したり、脆弱な場合は、新しい石材を加工し修復を進めた。新しい石材はレバノン考古総局 (DGA) より提供されたものである。



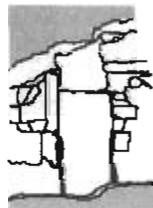
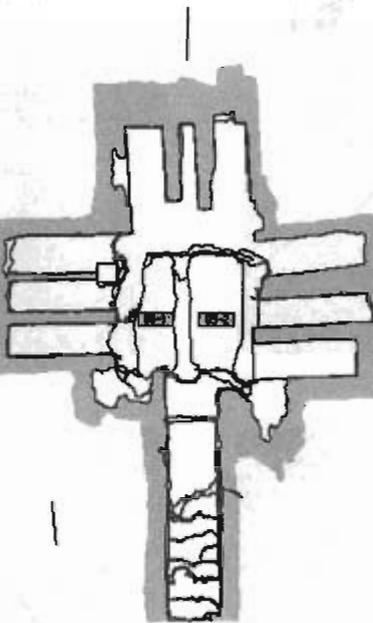
East Wall



North Wall



South Wall



0 10 m

地下墓TJ04の構造（床レベルの平面プラン・2003年の3次元計測による。本図は、機キヤドセンターからデータの提供を受け、東京大学空間情報科学センター柴崎研究室の協力を得て、京都大学大学院 藤本悠氏が作成した。）

修復前（2004年9月）



北

修復後（2005年9月）



壁



東



壁



南



壁

(5) Tj04壁画の汚れのクリーニングと色彩の測定

Tj04墓室には壁面に波形、石柱、灯火台、オリーブ、天井に花形の絵が描かれているが、その多くは土や油分の汚れに覆われている。2002・2003年には冷水、温水、界面活性剤、アルコールによるクリーニングテストを行っていた。今回は、蒸気を噴霧して汚れを柔らかくし綿棒でそれを拭き取るプリザベーションペンシルを使ってクリーニングテストを行った。その結果、土や埃による汚れは除去することができたが、油性の煤様の汚れは除去できなかった。次年度には油性の煤様の汚れの除去を試みたい。

また、今回、2002年の測定と同位置の壁画の色彩測定を行った。北壁7か所、西壁1か所、南壁7か所、天井6



オリジナル石材による納体室の修復 (EL2-1, 3-1)



納体室修復に使用する新しい石材の加工



“プリザベーションペンシル”による壁画のクリーニングテスト



か所の赤、緑、灰色の彩色壁画面、漆喰面の色彩変化を測定した。2002年と今年（2005年）との色彩変化を ΔE で示したが、全体に明るい色彩に変化しているのは、墓室内での3年間の作業による埃が壁画表面に付着したためと思われる。この埃はプロアーで簡単に取れるもので、2006年度の墓室の修復完了後に、除去する予定である。

(6) TJ04の環境測定（温度・湿度・照度・二酸化炭素濃度等）

TJ04の墓室内と外部の温度、湿度、壁画面温度、照度、紫外線強度、二酸化炭素濃度、大気汚染濃度などの環境測定を行った。そのうち、8月25日と9月1日の墓室内での多人数作業時（作業は7:00~12:45）の値と、9月6日の作業せず入口に暗幕を設置した状態での観測値を比較検討した。

その結果、従前より墓室内の温度と湿度、壁画表面の温度は非常に安定しているが、さらに墓室入口に外気の流入と光の照射を防ぐための暗幕を設置すると以前よりも温度は2℃低く保たれていた。また、壁画顔料の褪色をもたらす光（照度）と紫外線強度も暗幕を設置することによってコントロールできることが判明した。

また、墓室内の二酸化炭素濃度は通常0.04%であるが、多人数（6~9名）が墓室内で作業をするときには0.15~0.20%の高濃度になる。高濃度の二酸化炭素は顔料の色彩を褪色させる恐れがあり、今後の墓室内作業や公開時の入室人数・時間の制限などに考慮する必要がある。

これらにより、現在まで壁画が保存されてきた墓室内環境を把握し、今後、壁画を永く保存していくための適性環境を検討するデータも得ることができた。

2002年と2005年の壁画色彩の測定（未クリーニング部分）

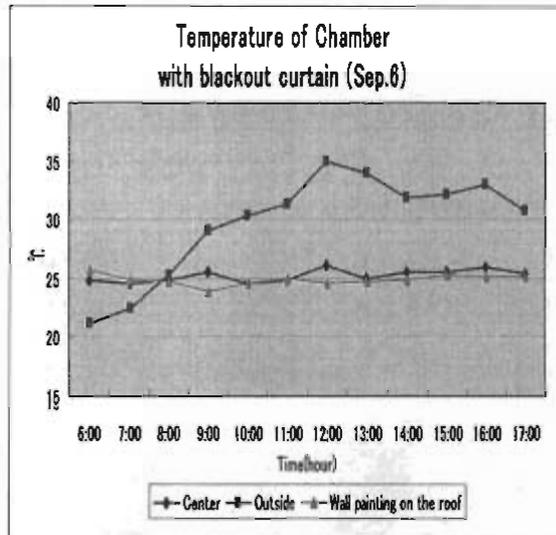
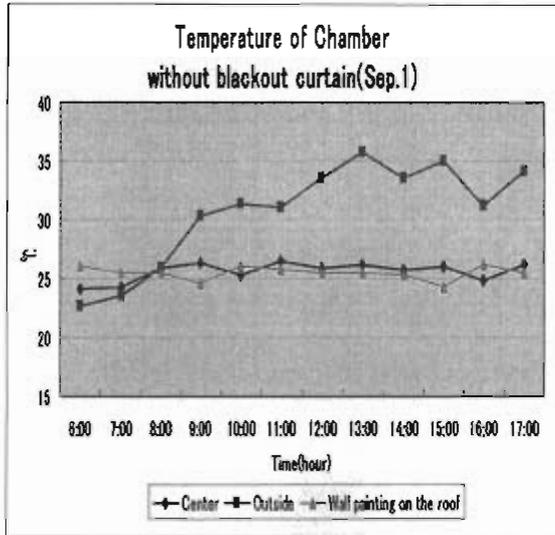
測定点	色 彩	2002			2005			ΔE
		L	a	b	L	a	b	
北 壁	赤	44.86	13.06	12.82	50.15	10.44	12.09	5.95
	漆喰面	77.45	2.69	16.15	74.99	2.84	16.08	2.46
	赤	44.63	12.11	11.54	48.53	9.49	9.97	4.95
	灰	64.75	0.92	5.55	48.92	3.48	6.59	16.07
	赤	51.09	3.45	12.21	52.54	3.31	14.62	2.82
	赤	42.19	11.65	11.18	43.36	11.53	10.09	1.60
	石材面	60.92	7.68	23.05	59.34	8.75	22.70	1.94
南 壁	緑	63.61	-6.87	4.11	56.85	-7.97	5.45	6.98
	赤	62.28	1.54	5.75	65.11	1.42	7.85	3.53
	緑	70.14	-4.27	7.25	66.31	-6.02	10.40	5.26
	赤	63.54	1.18	3.01	58.67	1.66	5.60	5.54
	漆喰面	83.65	-0.21	9.90	84.05	1.75	13.65	4.25
	赤	48.91	11.04	12.22	56.47	7.23	13.66	8.59
	緑	71.07	-3.62	6.83	68.60	-6.76	6.69	4.00
西 壁	赤	42.85	4.87	12.90	47.06	6.53	10.54	5.11
天 井	赤	43.83	8.15	9.32	42.47	8.80	9.68	1.55
	赤	46.07	6.58	9.47	38.31	8.97	7.40	8.38
	灰	74.52	0.90	12.49	58.53	2.79	9.61	16.36
	漆喰面	68.19	1.52	8.41	72.05	2.00	12.35	5.53
	緑	70.40	-2.82	11.16	65.80	-6.55	6.44	7.57
	赤	73.19	-7.46	4.86	59.66	-7.83	8.11	13.92



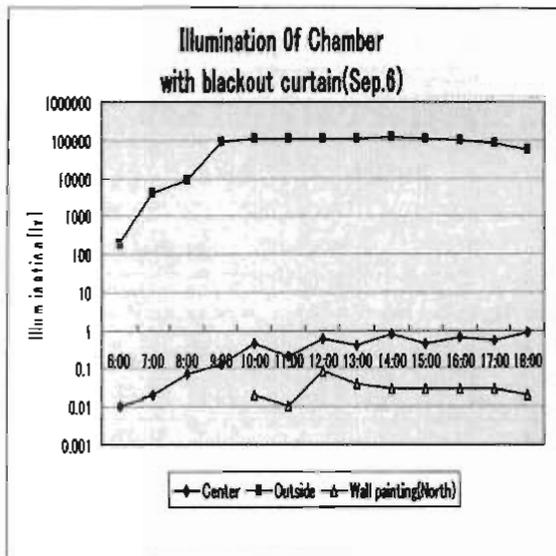
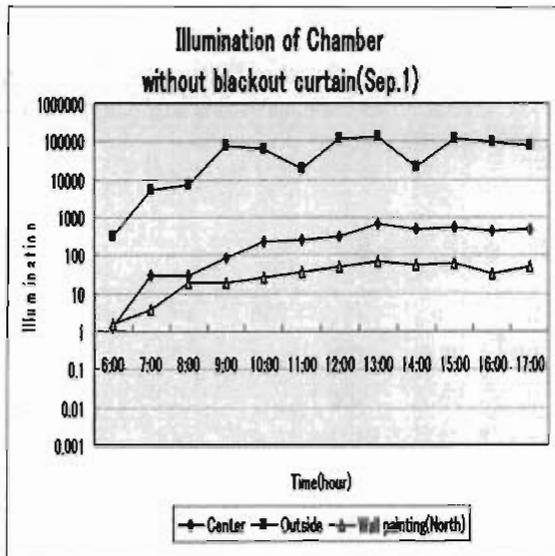
TJ04の墓室への階段の壁面温度の測定



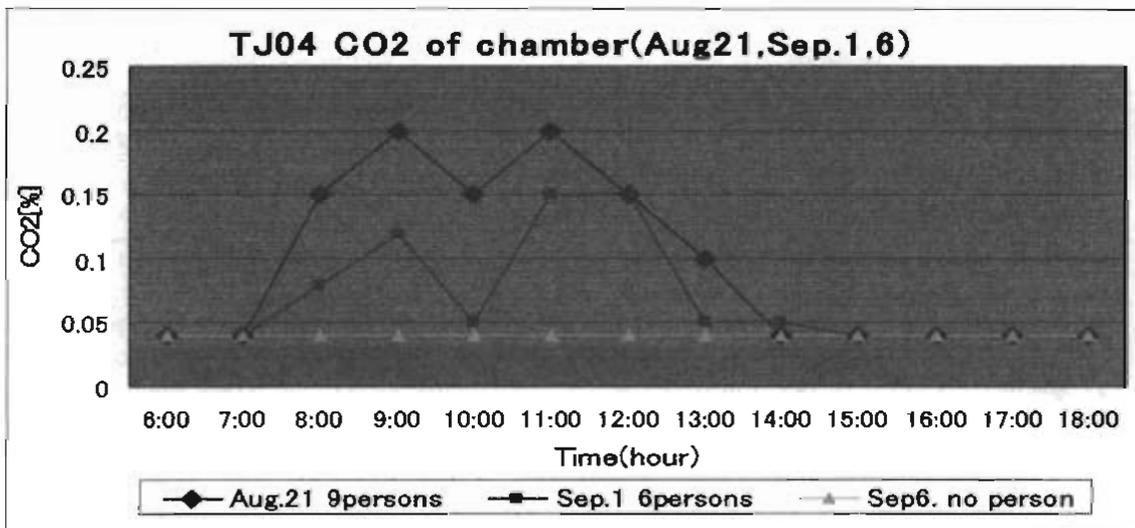
TJ04墓室内での温度・湿度の測定
（墓室の下部・中間・上部にデータ
ログを設置し観測している。）



2005年9月1日と9月6日の温度変化 (地下墓外部・墓室中央・壁画表面)



2005年9月1日と9月6日の照度変化 (地下墓外部・墓室中央・壁画表面)



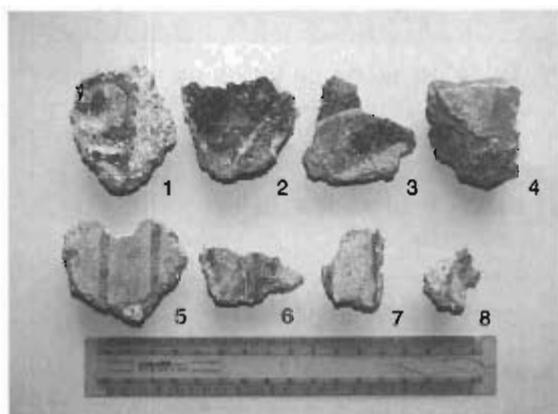
2005年8月21日 (9名作業)、9月1日 (6名作業)、9月6日 (作業なし) の二酸化炭素濃度の変化

(7) TJ04出土遺物の実測 (図面作成)

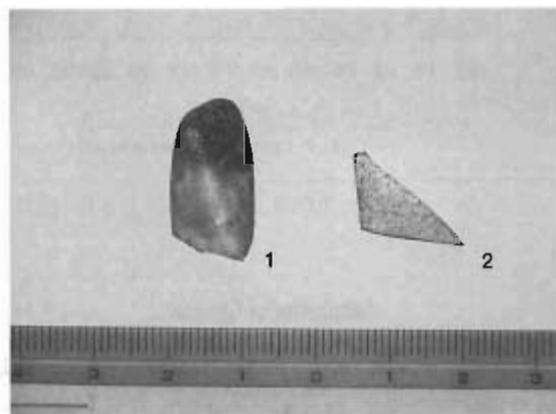
今年度の調査では、納体室SL2-0、SL3-0および西壁被損部の調査によりガラス瓶、ワイン壺、青銅製品、鉄製品の破片を発見し、それらの実測図を作成した。

(8) TJ04の壁画顔料とガラスの機器分析

古代ローマ時代の顔料とガラスの材質および製作技法を研究するために機器分析を行った。試料はレバノン考古総局の許可を得て奈良大学に持ち帰り、蛍光X線分析は奈良大学設置の蛍光X線分析装置を使用し、またX線回折



顔料分析に用いた壁画片



ガラス分析に用いた試料

顔料の蛍光X線分析 (XRF) : 重量%, 暫定値

試料	Na	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Ni	Pb
1 赤 漆 喰	-	-	31.8	-	0.5	0.9	49.6	0.2	-	17.1	-	-
	-	-	23.1	-	0.5	0.7	75.3	0.2	-	0.2	-	-
2 赤 緑 黄 緑 灰 漆 喰	-	-	3.3	2.9	1.0	1.4	72.3	0.2	-	18.8	-	-
	5.9	-	1.9	3.0	2.0	0.7	86.2	0.1	-	-	0.3	-
	-	1.5	3.2	3.1	0.9	2.4	85.0	0.2	-	3.4	0.2	-
	-	-	2.2	3.0	1.3	1.1	76.4	0.2	-	15.7	-	-
3 赤 緑 黄 緑 漆 喰	-	-	2.2	3.0	1.7	0.7	90.4	0.1	-	0.3	0.3	1.4
	-	-	4.6	3.1	1.2	0.9	80.5	0.7	-	7.9	-	1.2
	-	-	3.5	3.2	1.2	2.0	85.1	-	-	5.0	-	-
4 黒 漆 喰	-	-	3.7	3.2	0.9	2.2	86.7	-	-	3.5	-	-
	-	-	1.8	3.1	1.8	0.2	92.7	-	-	-	-	-
	-	-	11.9	-	-	-	81.8	0.5	1.0	3.3	-	-
5 黒 漆 喰	-	-	6.4	-	-	-	87.1	1.7	1.2	1.3	-	-
	-	-	1.1	2.2	3.1	1.9	89.6	0.2	-	1.8	-	-
6 赤 漆 喰	-	-	1.7	5.3	3.2	1.1	87.2	0.2	-	1.3	-	-
	-	-	2.8	3.1	1.0	-	79.5	0.2	-	13.4	-	-
7 赤 漆 喰	-	-	1.8	3.0	0.7	-	93.6	0.3	-	0.6	-	-
	-	-	2.4	3.1	1.4	-	89.7	0.4	-	3.1	-	-
8 赤 漆 喰	-	-	3.3	3.0	1.3	-	91.4	0.3	-	0.8	-	-
	-	-	2.4	3.1	1.3	-	86.2	0.1	-	6.8	-	-
	-	1.0	-	3.0	0.9	-	94.5	0.1	-	0.5	-	-

顔料のX線回折分析 (XRD)

試料	鉱物名
1 赤	Calcite (CaCO ₃)
2 緑 赤	Calcite (CaCO ₃), Aragonite (CaCO ₃) Hematite (Fe ₂ O ₃), Calcite (CaCO ₃), Aragonite (CaCO ₃)
3 赤 緑	Calcite (CaCO ₃) Calcite (CaCO ₃)
4 黒 漆喰	Calcite (CaCO ₃) Calcite (CaCO ₃)
5 黒 漆喰	Calcite (CaCO ₃), Aragonite (CaCO ₃) Calcite (CaCO ₃), Aragonite (CaCO ₃)
6 赤 漆喰	Hematite (Fe ₂ O ₃), Calcite (CaCO ₃), Aragonite (CaCO ₃) Calcite (CaCO ₃), Aragonite (CaCO ₃)
7 赤 漆喰	Calcite (CaCO ₃), Aragonite (CaCO ₃) Calcite (CaCO ₃), Aragonite (CaCO ₃)
8 赤 漆喰	Calcite (CaCO ₃) Calcite (CaCO ₃), Aragonite (CaCO ₃)

分析は宮内庁正倉院事務所の成瀬正和氏に依頼した。

①壁面顔料の分析

壁面の小片8個の彩色(赤、緑、黄緑、灰、黒)の分析を行い上表のデータを得た。分析に共した試料は表面が石灰層で覆われるなど、必ずしも分析に良好な状況ではなかったが、それらのデータから次の結果を得た。

- 1, 赤、緑、黄緑、灰の各色の顔料は酸化鉄系の顔料で、赤はベンガラ、緑は緑土である。
- 2, 黒色はマンガン系の顔料の可能性はある。
- 3, 壁画面の漆喰は高純度の炭酸カルシウムである。

②ガラスの分析

ガラスの小片2点を蛍光X線分析した。ガラスは風化が進んで、表面は銀化していた。分析結果は下表の通りである。そして、この分析により次の結論を得た。

- 1, 2点のガラス片はともにアルカリ石灰ガラスでローマングラスに共通するものである。
- 2, 試料1から検出したアンチモン (SbO₃) は消色剤として使用されたものと推測できる。
- 3, 試料1と2の酸化鉛 (PbO₂) は呈色剤ではなく、近接して発見された鉛棺の影響によるものであろう。

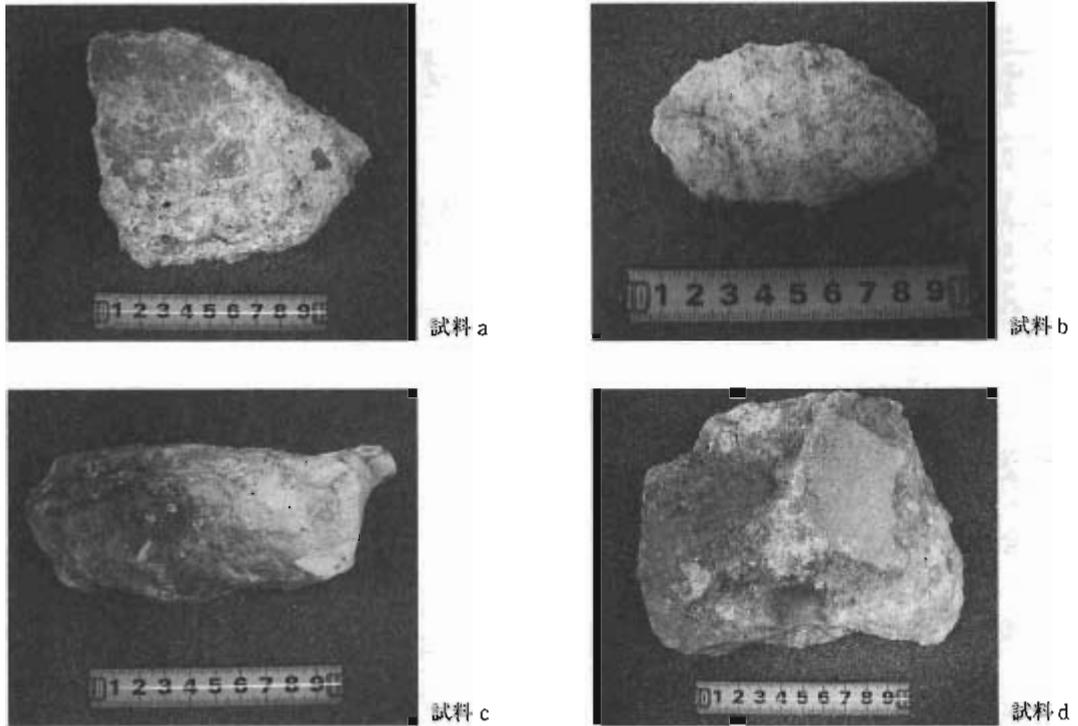
ガラスの蛍光X線分析 (XRF) : 重量%, 暫定値

試料	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	PbO ₂	SrO	SbO ₃
1	0.68	0.34	6.48	82.34	0.62	8.03	0.16	0.84	0.34	0.03	0.03	0.10
2	0.56	0.35	6.79	80.08	0.72	10.21	0.24	0.52	0.44	0.02	0.06	-

*分析値は多点分析の平均値で示した。

(9) TJ04納体室石材の劣化度測定

2004年度は、壁面が残存する墓室・納体室の構造石材表面を、可搬型熱伝導率計を使って、風化など固体材料の

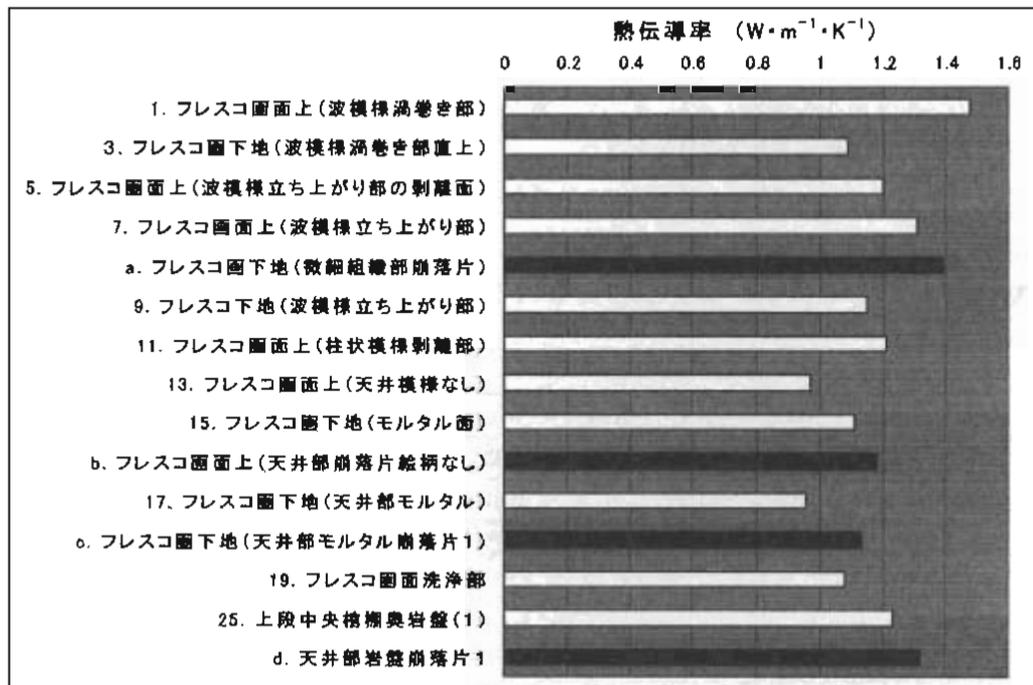


TJ04墓室内採集の墓室石材片試料

内部組織の変化が鋭敏に反映される熱伝導率の“その場 (*in situ*)”測定を行い、表面からの劣化度の評価を試みた。

2005度は、内部組織の推定が可能な墓室内に崩落していた4個の石材の破片(写真参照)の熱伝導率を測定し、“その場”測定結果と比較することにより、本評価法の妥当性について検討した。

グラフは、昨年度に測定した熱伝導率の“その場”測定値(白棒)に、崩落片(a~d)の測定結果を、材質や内部組織が近いと思われる“その場”測定値の近くに黒棒で追加したものである。これらの測定結果を比較すると、



納体室構造石材表面、及び崩落片の熱伝導率の測定結果

“その場”測定値に対して、崩落片の方が、若干、大きな熱伝導率値を有することがわかった。このことは、崩落片がどのくらいの期間、堆積土中に埋没していたかは定かではないが、墓室内環境とは異なり、むしろ劣化の進行度を阻止する環境下にあったことを示唆するものである。

(10) TJ04壁画の技法と美術史の研究

壁画の原寸大写し取りを2003・2004年につづいて行い、題材、絵画構成、彩色、描画技法について検討を行った。壁画の歴史的・地域的特色の研究は次年度も引き続き行う予定である。

壁画顔料の原料採掘地や精製技法、描法の研究に、新たにレバノンの芸術家ガビー・マアマリー氏と共同研究を開始した。



天井の壁画を調査するガビー・マアマリー氏



修景計画のため地形測量を行う

(11) TJ04および周辺の修景設計

TJ04周辺の地形測量を行った。この地形図を基礎にしてTJ04の整備・修景の原案を作成し、レバノン考古総局とのディスカッションを経て成案を作成し、次年度以降に整備を検討する。

7 おわりに

地下墓TJ04保存修復研究の初年度である2004年度は、墓室にいたる階段、墓室入口の石扉、納体室、床等の構造を明らかにし、オリジナルの姿に保存修復できることの見通しが立ったこと、ことに多数の落下壁画の発見によって全体の9割程度が修復可能であること、少量であるが鉛棺・陶棺・木棺・ランプ・アンホラ・ガラス瓶・釘・鎖等の遺物破片を発見しTJ04の築造時期や葬送・墓前祭祀の形態が明らかになってきたことなどが成果である。

その反面、墓室南壁の納体室の一部の天井に亀裂が発見され安全のために実測調査を次年度に延ばしたこと、保存科学研修の実施にはいまだ少し準備時間が必要なこと等、予定どおりに進まなかったところもあった。

第2年目の2005年度には本格的な墓室の修復を開始し、墓室の崩落部分のおよそ70%を修復した。墓室内に崩落していた石材を丹念に計測し、壁画のある石材は絵のモチーフを手がかりに壁面前面に据え、納体室隔壁の下段、納体室隔壁の上段、納体室の天井石の3種に分類できる石材は可能な限り元の位置に置き修復することに努めた。しかし、位置が不明な石材は欠失部に置き、または新作の石材で補った。新作用石材はティールの遺跡から出土した古い石材で、レバノン考古総局が修復用として保管していたものの提供を受け、加工して使用した。遺跡から出土した石材も遺物であることからすれば、当初この方法にとまどいもあったが、レバノンではごく普通に行われて

いることなので、これに習い実施した。修復は、ティールの遺跡の石造建造物の修復を行っている2人のベテランの石工とともに、石組みの方法などに多くの知見を得ることができた。

また、赤色・茶色・緑色・黄色・灰色などの壁画顔料の機器分析はレバノンでは初めての化学分析となり、ほとんどの顔料が酸化鉄系の顔料であることを明らかにした。新しく始めたレバノン芸術家との共同研究が顔料鉱石の採掘地と精製方法、描写技法等を明らかにするものと考えている。

温度・湿度・照度・紫外線強度・二酸化炭素濃度などの大気環境測定は、現在までのおよそ1900年もの間の壁画保存の良好な環境とその経歴をものがたっており、さらには将来の壁画保存については地下墓TJ04の保存管理の適正な環境を決定するための重要なデータとなる。

近年、わが国では、最高の設備を整えた高松塚古墳壁画の現地保存が失敗し、キトラ古墳壁画が保存のために剥ぎ取らざるを得ないなどの課題が山積する中で、何らの設備もないTJ04墓室内で壁画が保存されてきた環境と経歴が、壁画保存の理念・方法・材料などに大いなる示唆を与えている。

本研究の3年目となる2006年度は、引きつづき墓室と納体室、階段の修復等、現地での作業を完了し、2007年度は報告書を刊行する予定である。

本研究を実施するに当たり、(学) 奈良大学創立80周年事業基金の拠出をもとに、(財) 文化財保護・芸術研究助成財団、(財) アジア福祉教育財団、(財) 私立学校振興・共済事業団学術研究振興資金、文部科学省学術研究高度化推進経費の助成の交付を受けたことを記し、感謝申し上げる次第である。

地下墓TJ04の保存修復研究に関する論文・報告・発表

- 1 泉拓良・西山要一・辻村純代・宮坂朋「レバノン共和国ティール遺跡の学術調査2003」、日本西アジア考古学会『今よみがえる古代オリエン特(第11回西アジア発掘調査報告会報告集)』P58～P61、2004年
- 2 西山要一「レバノン国ティール市郊外ローマ時代壁画地下墓の環境－復原・整備・公開をめざして－」、日本文化財科学会『日本文化財科学会第21回大会研究発表要旨集』P36～P37、2004年
- 3 林國郎・西山要一・竹原弘展「熱伝導率による無機造形物の劣化度の定量的評価(3)－石造物の表面剥離層の定量化－」、日本文化財科学会『日本文化財科学会第21回大会研究発表要旨集』P36～37、2004年
- 4 NISHIYAMA Yoichi "Report of the conservation and restoration of TJ04, at Ramali Area in Lebanon, 2004" P1～P18, 2004
- 5 西山要一「レバノン・ティールの世界遺産－戦争の脅威、そしていま高層アパートがせまる－」、財団法人ユネスコ・アジア文化センター文化遺産保護協力事務所『文化遺産ニュース』vol.11、P6～P7
- 6 西山要一「世界遺産の環境－奈良・屋久島・レバノン」、奈良大学総合研究所『世界遺産のある都市の比較研究－奈良を中心に－』P93～P101、2005年
- 7 西山要一『レバノン・ティール郊外地下墓TJ04の保存修復(2004)』、(単行リーフレット)、P1～P6、2005年
- 8 西山要一・中村晋也・島津功ほか「レバノン共和国ティール郊外ラマリ地区壁画地下墓TJ04の保存環境」、日本文化財科学会『日本文化財科学会第22回大会研究発表要旨集』P66～P67、2005年
- 9 林國郎・西山要一・西山正吾「熱伝導率による無機造形物の劣化度の定量的評価(4)－レバノン国ティール市郊外地下墓の劣化度の“その場”測定－」、日本文化財科学会『日本文化財科学会第22回大会研究発表要旨集』P288～P289、2005年
- 10 NISHIYAMA Yoichi "Report of the Conservation Mission for TJ04 in Ramali, Tyre, Lebanon－Purpose of conservation and restoration project of Roman tomb TJ04, 2005" P1～P24, 2005
- 11 西山要一『レバノン・ティール郊外ラマリ地区所在地下墓TJ04保存修復研究2005報告書』P1～P21、2005年
- 12 西山要一ほか『レバノン通信』No.1～5、総24ページ、2005年
- 13 泉拓良・西山要一「レバノン共和国ティール遺跡の学術調査2004」、日本西アジア考古学会『今よみがえる古代オリエン特(第12回西アジア発掘調査報告会報告集)』、P76～P82、2005年
- 14 中村晋也・西山要一「レバノン共和国ティール郊外ラマリ地区ローマ時代地下墓TJ04の保存修復」、金沢学院大学『金沢学院大学紀要』3号、P169～P180、2005年

- 15 西山要一「ローマ時代地下墓TJ04の保存修復—レバノン・ティール郊外における第2年度の概要」、日本西アジア考古学会『今よみがえる古代オリエント（第13回西アジア発掘調査報告会報告集）』、P120～P127、2006年
- 16 西山要一「世界遺産の大気環境—奈良・屋久島・レバノン—」、奈良大学総合研究所『総合研究所所報』第14号、P115～P123、2006年
- 17 西山要一「レバノン共和国・ティール市郊外ラマリ地区所在の地下墓TJ04の保存修復研究 2004年度概要報告」、奈良大学総合研究所『総合研究所所報』第14号、P243～P254、2006年
- 18 西山要一「ティール郊外ラマリ地区所在地下墓TJ04の環境」、泉拓良（研究代表者）『レバノン・ティール遺跡での縦穴墓・地下墓の発掘調査』（平成14～16年度科学研究費補助金基盤研究（B）（2）研究成果報告書）、P99～P113、2006年
- 19 西山要一「壁画の保存環境—レバノンのローマ時代壁画地下墓から高松塚古墳壁画の保存を考える」、日本文化財科学会『日本文化財科学会第23回大会研究発表要旨集』P52～P53、2006年
- 20 林國郎・西山要一「熱伝導率による無機造形物の劣化度の定量的評価（5）—TJ04地下墓内崩落物による“その場”評価の検証—」、日本文化財科学会『日本文化財科学会第23回大会研究発表要旨集』P54～P55、2006年