

# 現状記録保存としてのデジタル・アーカイブ Modus Operandi

安藤明珠\*

## Digital Archive “Modus Operandi” As a Current Recording System

Mitsumi Ando\*

Based on Modus Operandi system designed by Culturanuova s.r.l, all of the data taken by filed research in south Italy were stored in the original digital archive. The archive consists of three layers; original data, analyzed data, internet contents. This structure makes easy to reach the data source. Digital archive has 3D explorer mode and user can walk and see around or inside of the church in the virtual space.

**Key Words:** digital archive, mural paintings, current recording

**キーワード:** デジタル・アーカイブ、壁画、現状記録

### 1. はじめに

金沢大学フレスコ壁画研究センターが導入したデジタル・アーカイブ・システムは、Modus Operandi と呼ばれるものである。これについては、考案した Culturanuova 社のホームページに概要が記されており、以下がその訳である。

Modus Operandi は、文化遺産に関する活動の管理を目的とし、用途に応じてカスタマイズが可能なソフトウェアシステムで、イタリアの Culturanuova 社によって考案された。このシステムは、さまざまな文化的環境で収集・生成された価値ある情報を整理し、総合的に蓄積しており、異分野間の情報交換や共有ができるように設計されている。

1 つの文化データは、歴史的背景や重要性が軸になっており、その周りに管理や修復、特別な目的をもって企画された展示会の情報が蓄積されている。

Modus Operandi には、博物館学、修復学、美術史学、建築学、考古学など、それぞれの領域で用いられる分類方法にしたがって、データを並べ替え、分類し、データをコンピュータに取り込む特殊なプロトコルが組み込まれている。これによって、それぞれのデータを関連づけし、1 つの資料の集合体として統合する。

この仕組みは、システムの根本原理であり、あらゆる文化的研究や多くの科学技術の分野で活用できると考えている。これを実現するためには、ツリー・クリエータ (Tree Creator) と呼ばれるソフトウェア・モジュールを利用することにより、

すべての対象領域におけるデータの互換性や関連性を維持しながら、新しい参照データを追加できるようになっている。最近の運用実績としては、芸術作品の保存修復分野において、調査診断を行い、科学的なアドバイスを提供するフィレンツェの国立修復研究所が導入した例が特筆される。また、フィレンツェのサンタ・クロッチェ教会からの委託を受け、教会と附属博物館に関する建築や芸術、記録文書の保全と管理のためのプロジェクトにも、このシステムが導入されている。

Modus Operandi は、リレーショナル(関連性)・データベースとして最も使用されている SQL に基づいてできており、1 つのコンピュータやサーバにインストールすることで、イントラネット(企業内ネットワーク)やインターネットで閲覧することが可能である。項目や小区分で構成された単純なツリー構造は、その中にあるデータを事前に定義された用語集や操作基準に追加処理するための参考となる。

リレーショナル・データベースの最も大きな特徴は、画像や文字などさまざまな形式のデータに対応していることである。たとえば、ある専門分野を入力すると、その分野における項目や小区分の一覧が、まるで報告書のように見出しや画像付きで表示される。そして、この出力結果を、ユーザが編集可能な Word 形式に変換して書き出すことも可能である。

また、Modus Operandi にある機能の 1 つ、Modus Explorer を利用して、内部をスライドショーのように閲覧することもできる。

(<http://www.modusexplorer.net/mweb/ModusOperandi.aspx>)

\* フレスコ壁画研究センター 研究員

Research Center of Italian Mural Paintings

金沢大学フレスコ壁画研究センターは、デジタル・アーカイブの構築にあたり、この Modus Operandi を導入し、内部構

造とインターネット上に公開する情報や表示形式について、何度も議論を交わし、壁画専用のデジタル・アーカイブを完成させた。(Fig.1)



Fig.1 Culturanuova 社との打ち合わせの様子

## 2. データの種類

デジタル・アーカイブに構築されるデータには、金沢大学チームの現地調査によって取得されたデータと分析結果、共同研究機関である国立フィレンツェ修復研究所が実施した調査報告書のデータ、現地調査の際に入手した文献資料などが含まれている。

現地調査では、現在の医療現場における電子カルテの記入と同様に、ほとんどの測定結果や着目点などをリアルタイムで iPad に記録保存している (Fig.2)。iPad に記録保存した段階で、入力したデータのすべてはデジタル化されているわけだが、さらに iPad それ自体が独自の標準化によって分類、体系化されたデータ構造をもっているため、調査終了後には iPad から直接デジタル・アーカイブデータに組み入れることができるようになった。これまでのフィールド調査ではノート (野帳) などの紙媒体に手書きでスケッチやデータメモなどを記録し、調査終了後のデータ整理の際に PC に再び入力して手書きデータのデジタル化を行っていたが、iPad を (チーム全員が) 利用することで、調査時の記録が即デジタルデータ化されることになった。

南イタリアでは、調査期間が短いために、期間中に現地データ解析や診断が行えない場合も少なくない。また、データによっては持参した PC にはインストールされていない別のソフトウェアによる解析が必要なこともあるし、幸運にもサンプル (試料) が採取できた場合には帰国後に大学の実験室で分析するようなこともある。3 次元スキャニングデータの場合は容量が大きく、編集においては PC のデータ処理能力を超えていること、またフィールド調査用に選択したために PC のモニター画面が 12.1 型ワイドと小さく、詳細かつ複雑なデータの編集や合成が難しいことから、ハイスペックなデスクトップコンピュータを用いてのデータ整理の作業は帰国後になることがほとんどである。デジタルマイクロscope (顕微鏡) 写真の合成や色差計による色情報の解析についても同様で、帰国後にデスクトップ・パソコンのソフトウェアで分析を行わなければならない。

なお、南イタリア中世壁画診断調査プロジェクトにおいて、Fig.2 に示された機器による本格調査は、以下の合計 8ヶ所で行われた。

- サン・ヴィート・ヴェッキオ教会  
(グラヴィーナ・イン・プーリア)
- パードゥレ・エテルノ教会  
(グラヴィーナ・イン・プーリア)
- サン・ミケーレ・デッレ・グロッテ教会  
(グラヴィーナ・イン・プーリア)
- グラヴィーナ・ディ・リッジョ東教会  
(グロッターリエ)
- ヴェスティータ家で近年発見された教会  
(グロッターリエ)
- サン・ニコラ教会 (パラジャネッロ)
- サン・ジョヴァンニ教会  
(サン・ヴィート・ディ・ノルマンニ)
- サンティ・アンドレア・エ・プロコーピオ教会  
(モノーポリ)

## 3. デジタル・アーカイブの構造

本プロジェクトにおける全調査データは、洞窟教会の空間を記録保存するデータと、洞窟教会内に描かれた壁画を中心とした診断・治療 (保存・修復) に関わるデータの 2 種に分類されている。2 種のデータともフィールド調査において同時期に取得されたもので、すべてデジタル・アーカイブのベースとなる 3 次元空間データ上に記録することができる。そのため、まず 3 次元空間スキャニングデータを元に洞窟教会空間を仮想空間として再現し、そこに高精細写真データを貼り付ける。その後で、他の調査データを埋め込むことにした。

データは調査地ごとに分類され、調査項目ごとに区分されている。また、それぞれのデータは 3 層構造になっていて、第 1 層がオリジナルデータ、第 2 層が解析・分析によって作られた加工データ、第 3 層が診断結果・考察等をインターネットコンテンツとして作成したデザインデータである (Fig.3)。このようなデータベース・システムとして体系化することで、

今後の追加データや他の研究者から送られてきたデータもすべて整然と吸収することができるのである。また、階層はデータ編集の過程を表しており、下の階層に移動することで、データの根拠を探り、必要な検証を行うことができる。

現在、このデータベースは本センターに設置されているサーバのハードディスクに保存されているが、アクセスできるのはフレスコ壁画研究センターと Culturanoova 社だけである。本プロジェクトの調査研究に直接関与していないという意味での第三者が、このデジタル・アーカイブにアクセスして利用する場合については、将来にわたってデータが正しく活用・保存される最善の方策を検討中である。現段階では、(研究者の範囲設定は曖昧ではあるが) 研究者のみにアクセスを限定し、データベース閲覧の申請があった者に本センターが一連の手続きを経て ID とパスワードを発行するようにしたいと考えている。

インターネット用コンテンツとしては、3次元データの可視化と調査データの埋め込みを行った。これは、パソコンの画面に仮想空間を作り出し、洞窟教会の内外を再現することにより、閲覧者は視点や閲覧項目の変更などをインタラクテ

ィブに操作して、目的の情報を得ることができる。また、このホームページのコンテンツには調査地の概要や壁画調査に関する解析データのほか、映像による洞窟探検や調査中のスナップ写真などが含まれている。また、ホームページの表示言語はイタリア語、日本語、英語の3か国語から選択できるようにした。

インターネットを通して閲覧するユーザの操作性や仮想空間でのリアリティを追求するため、Webアプリケーションには、Microsoft Silverlight を採用した。これは Web ブラウザ上で動画やアニメーションを再生する Web アプリケーション開発フレームワークである。Silverlight で開発したコンテンツを表示するには、Silverlight のインストールが必要である。ウェブブラウザは、Windows と MacOS X 上で動作する Internet Explorer や Firefox 等の複数の主要ウェブブラウザで利用が可能である。しかし、Google Chrome、Linux や Android、iPhone 上のブラウザでは利用できない。今後、Microsoft Silverlight の動向を見ながら、他のウェブブラウザで利用できるように開発環境の調整を検討している。

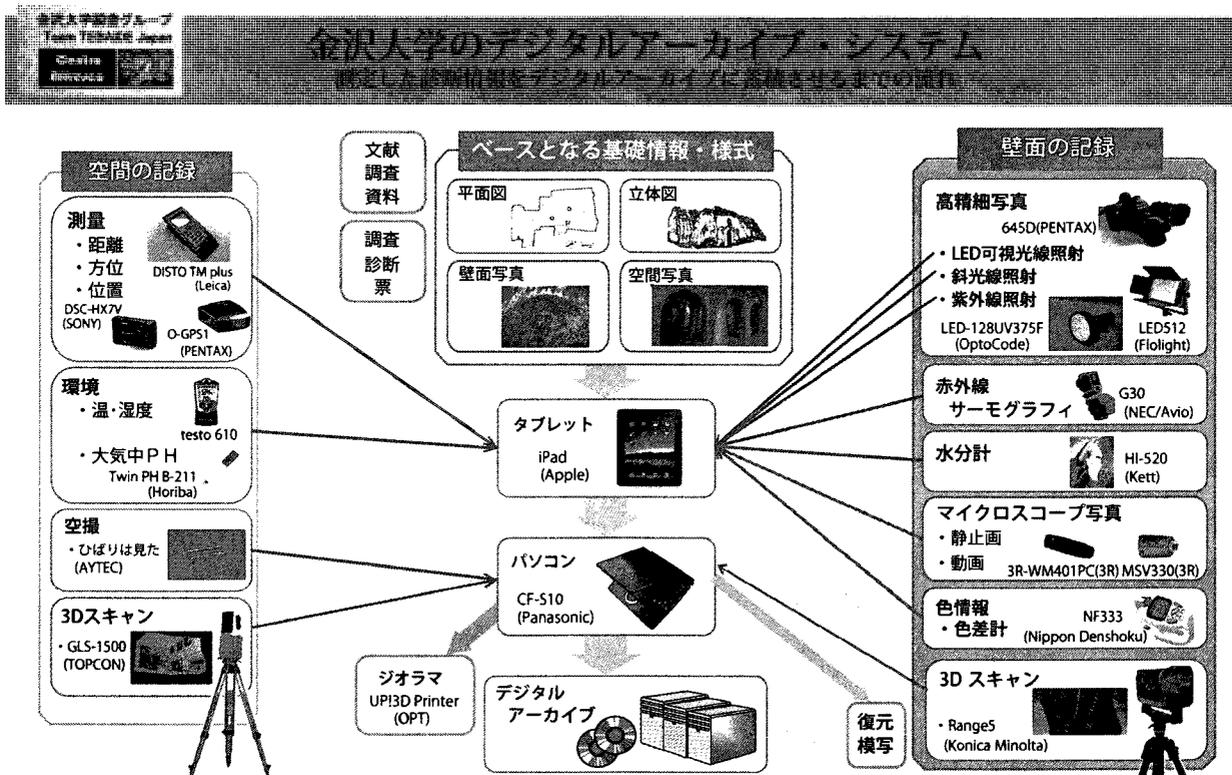


Fig.2 金沢大学調査チームが使用した調査診断機器とデジタル・アーカイブへの記録までの流れ

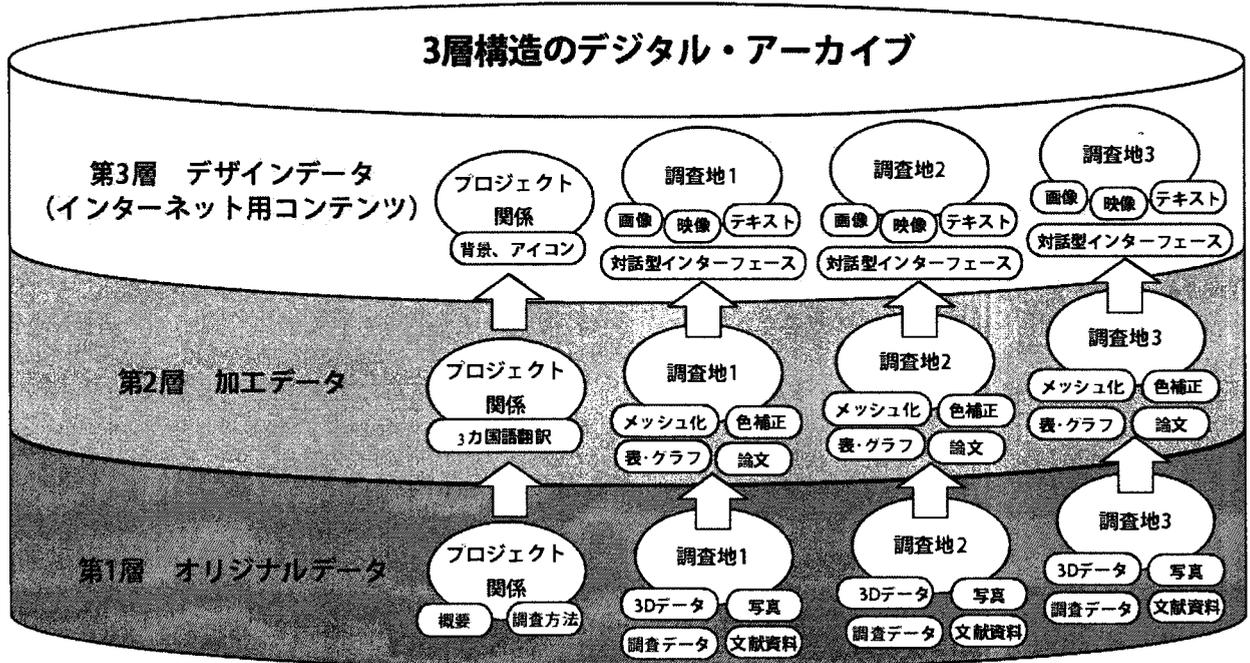


Fig.3 3層構造をした金沢大学のデジタル・アーカイブ

#### 4. 公開部分の全容

##### 4.1 TOP ページ

インターネットで作成したデジタル・アーカイブを開くと、Fig.4 のページがまず表示される。中央にある画像はスライドショーになっており、フレスコ壁画研究センターが南イタリア中世壁画診断調査プロジェクトにおいて、何を目指し、何を記録したかを、画像と共に変化するキーワードで表現している。

画像の下には3つのボタンがあり、それぞれイタリア語、英語、日本語から選択できるようになっている。



Fig.4 TOP ページの画面

##### 4.2 調査地選択のページ

言語を選択すると、Fig.5 のような調査地選択のページに移動する。ここでは、日本語で表示されたものを示す。各教会壁画を象徴する画像の下には教会名および所在地が示されている。

このデジタル・アーカイブでは、このページがホーム画面となっており、右上にある家の形をしたボタンをクリックすると、このページに瞬時に戻ることができる。また、その右にある右矢印のボタンをクリックすると、1つ前に表示した画面に戻ることができる。言語の切り替えは、その上に表示されている各言語のボタンでいつでも切り替えが可能である。



Fig.5 調査地選択のページ

### 4.3 調査教会のページ

Fig.5で並んでいる教会のうち1つを選んでクリックすると、Fig.6のような調査教会のメニューページが表示される。ここでは、例としてサン・ヴィート・ヴェッキオ教会について示す。画面の中央に教会の外観写真があり、その上に教会名と地名が選択した言語で表示されている。

画像の下には、3つのメニューが表示されており、クリックすると、それぞれ調査地概要、デジタル診断機器による計測データ、調査風景を見ることができる。



Fig.6 調査教会のメニューページ  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会)

### 4.4 調査地概要のページ

Fig.6の3つのメニューのうち、調査地概要をクリックすると、Fig.7に示されるページに移動する。このページには、所在地を示す地図、教会の主な写真と共に、座標と地理的位置、建築に対する所見、壁画に対する所見、保存状況についての説明を見ることができる。

また、プロジェクトの協力機関である国立フィレンツェ修復研究所が調査を行った教会については、文章の最後にリンクが張られており、同修復研究所の所見を見ることができる。リンクがあるのは、サン・ヴィート・ヴェッキオ教会、パードゥレ・エテルノ教会、サン・ミケーレ・デッレ・グロッテ教会の3つである。なお、同修復研究所の所見はすべてイタリア語である。



Fig.7 調査地概要のページ  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会)

### 4.5 デジタル診断機器による計測データページ

次に、Fig.6の調査教会のメニューページでデジタル診断機器による計測データページを選択した場合のページを Fig.8に示す。まず、1分ほどの映像で、教会の周囲をまわり、入口から内部に入り、教会内を1周する。これは3Dデータに写真を貼り付けて、作成した映像である。外壁を半透明にすることで、教会の外にいながら、内部空間との位置関係や壁画の位置を見ることができる。実際にはあり得ないが、仮想空間だからこそ体験できる表現方法の1つである。

この映像は必要に応じて、右下のスキップボタンを押さえれば、次の画面へと進めることができる。

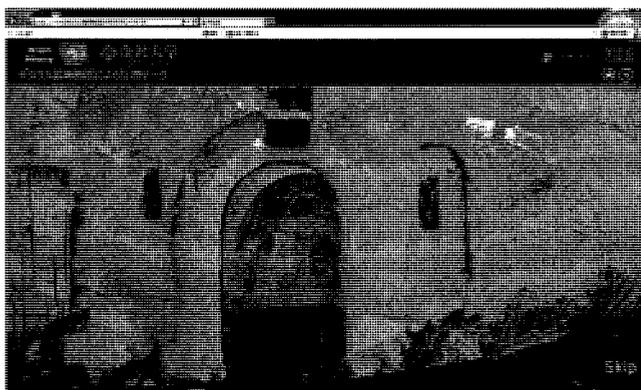


Fig.8 映像  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会)

映像が終わると、Fig.9のように2つのボタンが左右に現れる。左は3D探索のページに移動し、右では、2次元におけるデジタル診断機器による計測データを見ることができる。

なお、3Dのページは膨大なデータのダウンロードが必要であり、完全に画面が表示されるようになるまで、少し時間がかかる。しかし、1度ダウンロードしてしまえば、2回目以降はデータがパソコン上に記録されているので、少しの時間で画面が表示され、操作が可能になる。

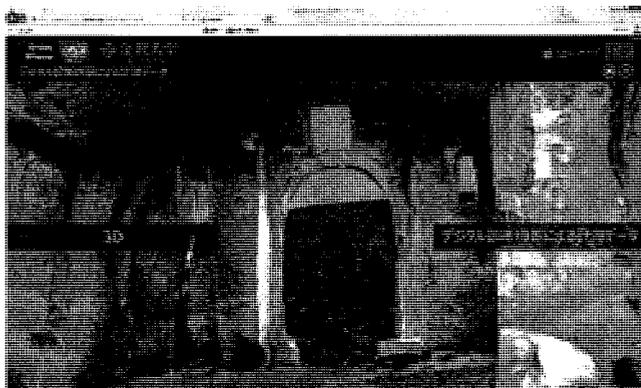


Fig.9 映像終了後の画面  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会)

Fig.10 は、3D 探索のページである。左上に表示メニューがある。サン・ヴィート・ヴェッキオ教会は、1967年に内部の壁画をグラヴィーナ・イン・プーリア市内にあるエットレ・ポマリチ・サントマージ財団博物館に移築している。博物館内には元の教会と同じ建築空間が作られ、壁画が再構築されているので、当時の内部空間をみることができる。壁画の剥がされたあとの洞窟教会と博物館内に再構築された壁画のある内部空間を仮想空間上で合わせることにより、現在では見ることのできない、壁画のあった洞窟教会をリアルに再現することができた。表示メニューの一番上にある **current condition** では、現在の壁画が移築されたあとの様子を見ることができる。そして、2番目の **original condition** を選択すれば、壁画のある内部空間を見ることができる (Fig.11)。

この仮想空間は、ユーザによって自由に移動することができる。左下にある4方向の矢印が描かれている円でユーザ自身が教会内を移動することができる。円はユーザの位置を上から見たものであり、中心の丸がユーザとなっている。丸の位置を上からドラッグ (クリックしたままの状態) して移動させると前進し、下に移動させると後退する。同様に左右にも丸を移動させることによって、思い通りに移動することができる。これは教会内だけでなく、外に出ることも可能である。移動させすぎても壁にぶつかるということはなく、壁を突き抜けて、外に移動する。また、円の左のバーでは視界の高さを調整することができる。バーの真ん中にある長方形をドラッグし、上下させれば、ユーザの視界も上下する。そして、画面上をドラッグして動かせば、その視界を移動することができる。

また、表示メニューの上から3番目の項目 **scatter light** では、壁面に斜光線を照射し、壁面の凹凸をみることができる。これは、実際の調査で撮影した斜光線写真を壁面凹凸に貼り付けたものである。一方で、5番目にある **directional light** では、アプリケーションの機能により、左上に表示された球体にあたる光具合を調整することで、3D スキャンした壁面凹凸に直接光を照射し、自在に光の方向を変えながら、壁面の凹凸を確認することができる。



Fig.10 3D 探索ページ  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会：元の場所)



Fig.11 3D 探索ページ  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会：博物館)

Fig.12 では、Fig.9にある2つのモードのうち、右にあるデジタル診断機器による計測データを選択したときの画面である。ここでは3次元ではなく、2次元で調査データを見ることができる。右側に教会の平面図、左側に画像の一覧が表示されている。2つの表示データは連動しており、写真をクリックすると Fig.13 のようにその写真の拡大写真が左側に表示されるだけでなく、右にある平面図の中にその写真が撮影された位置と方向が表示されるようになっている。不等号のようなマークがそれで、2つの直線からなる頂点が位置、角度をなしている側が方向を示している。たとえば、「<」では左を向いて撮影したことを意味している。このマークをクリックすると、その地点、視点からの写真を左側に表示させることができる。画像は教会の中、外両方で撮影されたものであり、サン・ヴィート・ヴェッキオ教会については、平面図の上にある赤いライン (移築された壁画の位置) を選択すると、博物館内の平面図に切り替え、同様に写真を選択することができる。

博物館内の平面図には壁面に黄色の長方形が並んでいる。これで計測データを表示する壁面が選択できるようになっている。



Fig.12 平面図と視点による画像一覧  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会)



Fig.13 平面図とある地点からの画像  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会)

Fig.14 は、後陣にあたる部分を選択して表示された壁面詳細ページである。左側にはいくつかの正方形があり、これで表示する項目を切り替えることができる。色情報計測点では、色差計による色情報を取得した点を+で、アナログによるカラーサンプリングをした部分を□で示す。顕微鏡で表示される青の長方形はデジタル顕微鏡で撮影した画像を少しずつ重ね合わせ、合成して作成した画像の範囲が示されている。国立フィレンツェ修復研究所が行ったサンプリング箇所は赤の三角で、紫外線や赤外線などでの撮影範囲を黄色で示している。これらの項目は正方形の左上にあるチェックマークをクリックすることで、表示・非表示の切り替えをそれぞれすることができる。

また、初期画面では散乱光の写真に調査箇所が記されているが、斜光の項目を選択することで、斜光線写真に切り替えることもできる。

この場面の下にいくつかのボタンがあり、一番左にある Layers で左にある項目を表示・非表示の切り替えができる。次の Arc で黄色枠で表示された調査箇所を白の半透明で色を塗り、調査範囲を明確に表示する。そして、Misura では、選択した 2 点間における実際の距離を計測する。その際の単位はさらに右にある Unita で px (ピクセル)、cm (センチメートル)、in (インチ) に変換できる。



Fig.14 壁面詳細ページ  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会)

Fig.15 は調査項目のうち、調査箇所を選択し、後陣に現れた黄色の長方形をクリックした際の画面である。ここに表示されている画像はすべて国立フィレンツェ修復研究所によって撮影されたものである。左側の項目で、反射紫外線、紫外線、紫外線 (フォールス・カラー)、斜光、散乱光の中から 1 つを選択し、クリックすると、右側にその画像が表示される。

壁面詳細ページと同様に項目の表示・非表示、2 点間の距離の計測が可能であり、また、右にあるボタンで、拡大・縮小が、画面をドラッグして動かせば、表示範囲を移動させることができる。



Fig.15 紫外線を照射して撮影した写真  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会)

Fig.14 の壁面詳細ページで、壁面に青の長方形で表示された顕微鏡撮影部分を選択すると、Fig.16 の画面を見ることができる。画面にはその箇所での撮影した顕微鏡写真の一覧が表示されており、画像をクリックすると、拡大写真を見ることができる。また、一覧の左上に表示された画像はすべての顕微鏡写真を合成して作成した画像である。

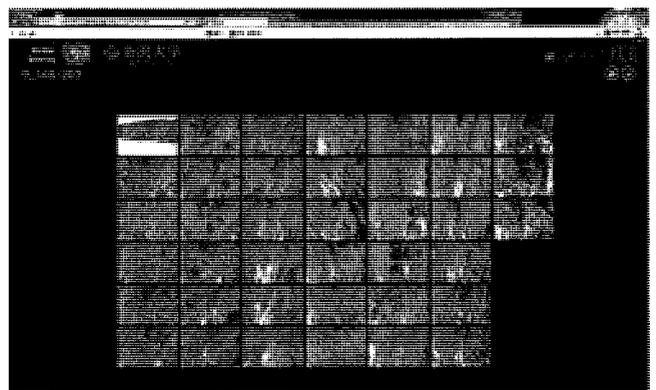


Fig.16 顕微鏡写真のページ  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会)

#### 4.6 調査風景のページ

Fig.17は、調査教会のメニューページから、調査風景を選択したときに表示される画面である。最初に調査風景の一覧がある。サン・ヴィート・ヴェッキオ教会の場合は、元の場所と、博物館の2箇所に分類されている。

それぞれの写真をクリックすると、Fig.18のように写真を拡大して見ることができ、その下に写真の解説が表示される。その下には、先ほど一覧にあった写真が横一列に並んでおり、この写真をクリックしても拡大写真と解説を見ることができる。



Fig.17 調査風景の一覧  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会)



Fig.18 調査風景のページ  
(サン・ヴィート・ヴェッキオ教会)

### 5. 今後の管理と公開

このデジタル・アーカイブは、金沢大学国際文化資源学研究センターのホームページにリンクが設けられており、そこから、TOP ページに移動できる。全データは Culturaruova 社で管理され、金沢大学にもバックアップとして同じデータが保存されている。データが劣化しないようにオリジナルデータを金沢大学が、公開するデータは Culturaruova 社が管理する。定期的に記録媒体を確認し、今後 10 年間は公開されるよう努める。

金沢大学と Culturaruova 社のセキュリティ体制を確認しな

がら、研究者がオリジナルデータをダウンロードできる方法を今後も引き続き模索する予定だが、それと同時に研究者を管理する方法も検討しなければならない。

一般に多くのデジタル・アーカイブが期限付きのプロジェクトで作成されており、どのプロジェクトでも終了後の管理が大きな課題となっている。今後、大学もしくは専門機関によって、このようなデジタル・アーカイブが管理され、プロジェクト終了後も、データが有効に活用・管理されるよう工夫が待たれる。

Centro Alfresco 金沢大学 KANAZAWA

調査地概要



N 40°53'46.38" / E 17°20'23.143"

**地理的位置**  
 バーリの南約940kmにあるモナー系別外 (Contrade di Monopoli) の小峽谷 (Lama dell'Assunta) に沿って数キロに伸びる農園の中で、ココロバカール所 有の農園内にある。

**建築に対する所見**  
 農園内にはサンティアゴ・パレ・ア・エ・コロコ教会以外にも、凝灰岩の積石に築られ た洞窟が多く残っている。本来は教会や礼拝堂などの聖なる空間として築られた洞 窟も、長い歴史の中で家畜小屋や納屋などに転用され、当時の面影をそのまま残し ているものは少ない。

この教会 (奥行9.75m×幅5.85m) の平面プランは当時のままだが、大量の土 砂が流入して床面が上がり、天井高は相当に低くなっている。  
 正面には3つの入口があり、中央入口の上の部分に聖アンナと聖プロコウスへの 奉納文がラテン語で残されている。室内に入ると長方形の広い空間があり、2つの入 口、2つの窓をもつ4連アーチの内陣廊 (テンプロン) が内陣を明確に仕切ってい る。  
 内陣はさらに低い壁で前後2つに仕切られ、奥には2つの後陣が設けられている。な お、入口すぐ右手からは小部屋に通じているが、何に使われていたかなど、教会との 関連性は不明である。

**壁画に対する所見**  
 入った最初の空間の左右の壁には小聖堂が設けられ、そこに「聖アンナ」と「聖プ ロコウス」が描かれていたとする説もあるが、壁画の痕跡は全くない。入口に近い右 側壁には「聖ゲオルギウス」像がわずかに残る。内陣右壁には「聖エリザベト」聖コス マス「聖マテオス」聖ニコラオス、内陣左壁には「聖パウロ」聖ペテロ「聖ルクレチア」の聖女列が描かれている。  
 右後陣には「三位一体」洗礼者聖ヨハネ「聖人 (名は不明、聖プロコウスとする 説もある)」、左後陣には「聖母マリア」聖レオナルド「聖人 (名は不明、聖ア ンナとする説もある)」が描かれている。  
 11-14世紀にかけて描かれた壁画はビザンチン美術の影響を受けたものだが、フ ランスのアジャクサーの時代のものもある。

**保存状況**  
 建築は全体として当時の形式もよく残している。壁画は消失したものの、断片的に残っ ているもの、幸じて画像を記録できるものなど、壁面によって差がある。  
 後世の加筆や修復がない分、描写当時の研究には最適だが、早急な保存対策は 必要である。

調査地概要のページ

Centro Alfresco 金沢大学 KANAZAWA

デジタル診断機器による計測データ

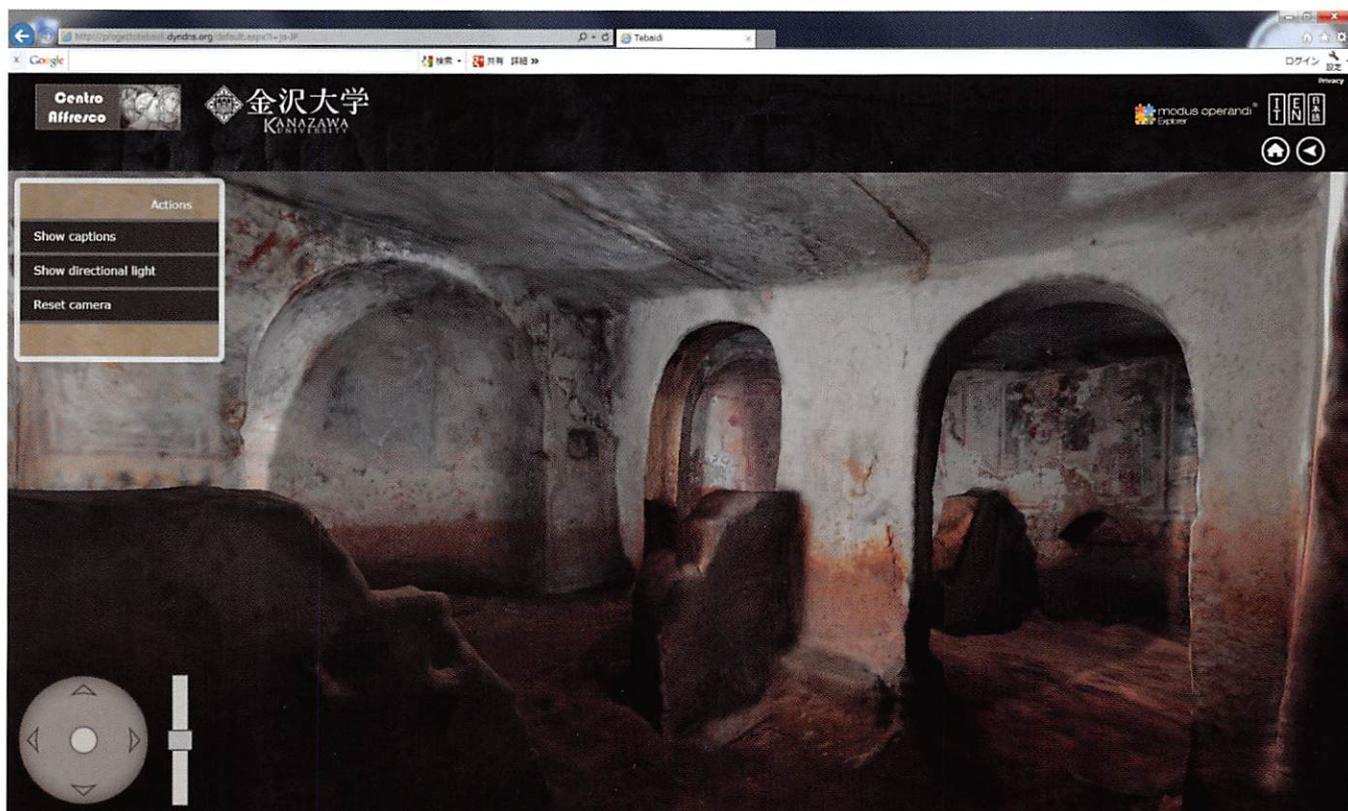


Skip

教会内外の映像



デジタル診断機器による計測データのページ



3D 仮想空間での自由探索