

## 土器実測図描画システムの開発

及川 昭文

総合研究大学院大学

考古学遺跡からは多くの土器が発見され、これらの土器については可能な限り実測図が作られることになる。これまで簡易な図化器や3次元計測器を利用した高価で複雑なシステムが開発されているが、いずれも利用者の要求を満足させるものではない。その最大の理由は、考古学における実測図をCADなどで扱う設計図と同じものとして考えていたことにある。すなわち、土器の実測図を描くということは、その土器の形をそっくりそのまま描くのではなく、観察した結果を図として描くということである。そこでは、省略、誇張、補完などが頻繁に行われことになる。

現在、筆者が中心となって開発を進めているシステムでは、2次元と3次元用の2台のCCDカメラを利用し、前者からのカラー画像をディスプレイ上に表示して、後者からの3次元計測データに基づいて作成された輪郭線を重ね合わせ、画面上で実測図を描くようになっている。文様等はあらかじめ部品として登録しておき、任意の位置・範囲に拡大・縮小して張り付けることができる。現在手作業で描いているのと同様感覚で、実測図をより効率よく描き、かつイメージデータベースを自動的に作成できる。また、本システムは従来のこの種の計測機器がともすれば単独のシステムとして開発されているのに対し、あくまで遺物データベースを構築するためのシステムとして設計されている。

## Computer Assisted Drawing System for Pottery

Akifumi Oikawa

*The Graduate University for Advanced Studies*

There are so many potteries found at archaeological sites and measured drawings are made about most of potteries which are found in complete shape. Some computer systems which use three dimensional measuring component have been developed, but most of them don't meet the requirements of many archeologists. One of reasons is that these systems were based on CAD system. Drawings of potteries is not a design drawing which requires the accuracy, but a drawing which must reflect an archaeologist's view. There will be found many omissions, exaggerations, and replenishments on such a drawing. We are now developing a newly designed computer assisted drawing system for pottery with two CCD cameras which are used for getting two-dimensional image and three-dimensional measuring data. We can draw the shape of pottery on CRT screen by viewing an image based on data from CCD cameras. In this report, a design concept and functions of this system will be discussed.

## 1. はじめに

今日大規模な土地開発や道路、鉄道等の建設の増加にともなう、必然的に数多くの考古学遺跡が発見されている。これは毎年多くの遺跡が消滅してしまっていることを、また同時にそれらの遺跡に関してできるだけ正確で、くわしい記録をとるための発掘調査が行われていることを意味する。このような工事に伴う遺跡の発掘調査は緊急発掘調査（あるいは行政発掘調査）と呼ばれ、全体の発掘調査のほぼ 99 % を占めており、純粋な学術調査はきわめて少数である。1995 年度の緊急発掘調査件数は約 7,600 件で、それに関わる費用は約 1,200 億円に達している。ちなみに発掘調査まで至らないものまで含めた埋蔵文化財発掘届等件数は約 36,000 件である。

これらの発掘調査で作られる記録には、実に多種多様な、しかも大量の情報が含まれている。とくにもっとも多く出土する土器についての実測図は考古学研究においては欠かせない資料であり、毎年作成される実測図は膨大な数字となっている。しかしながら、その作成作業はほとんど手作業であり、人手、時間ともに発掘される土器の量に対応できない。しかも、紙という媒体に描かれているため、整理・保管の問題もあり、作成された実測図が十分に活用されていないというのが現状である。

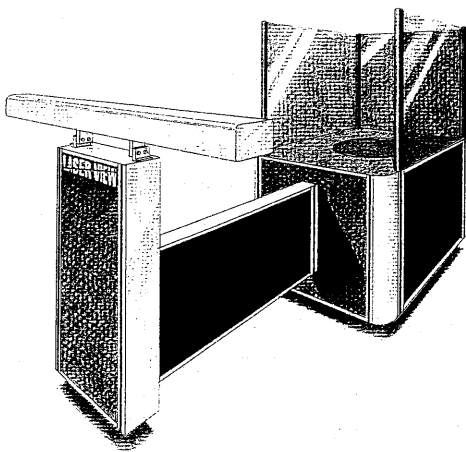


図1 レーザー測定装置概観図

現在、開発を進めている「土器実測図描画システム」は、このような現状を改善することを大きな目的としている。そして、電子化された実測図をデータベースとして管理することにより、よりいっそうの活用が実現できることを目指している。

## 2. システムの特徴と構成

### 2.1 システムの特徴

本システムの最大の特徴は、現在手作業で描いているのとはほぼ同じ感覚で、実測図をより効率よく描くことができるということである。すなわち、2次元と3次元用の2台の CCD カメラを利用し、前者からのカラー画像をディスプレイ上に表示して、後者からの3次元計測データに基づいて作成された輪郭線を重ね合わせ、画面上で実測図を描くようになっている。これは、これまでのこの種のシステムが考古学における実測図を CAD など扱う設計図と同じものとして考えていたことにより、使い勝手の悪いものになっていることへの反省に基づいている。

すなわち、土器の実測図を描くということは、その土器の形をそっくりそのまま描くのではなく、実測者が対象となる土器を観察した結果を図として描くということであり、ここでは、省略、誇張、補完などが頻繁に行われことになる。この過程をディスプレイ上で実現し、しかも文様等はあらかじめ部品として登録しておき、任意の位置・範囲に拡大・縮小して張り付けることができ、従来のシステムに比べてはるかに効率のよいものとなっている。

第二の特徴は、電子化された実測図をデータベースとして管理・活用できる機能を有していることである。現在はまだ簡易な機能しか実現できていないが、将来的には本格的な土器実測図データベースとして利用できるように拡張していく予定である。

第三の特徴は、計測部と描画部を完全に分離したことである。これにより、計測部のハードウェアの性能・機能を変更することにより、土器以外のものの3次元計測や、CCD カメラ等の高性能化へ容易に対応できる

## 2.2 システムの構成

ハードウェア構成は図2のように①レーザー測定装置部と②描画装置部からなり、①はレンジファインダ部、ターンテーブル部、及び制御用パソコンから、②は描画作業用パソコンとプリンタから構成されている。パソコンのOSとしては、①はMS-DOSを、②はWindowsNTを採用している。

①の制御用パソコン上でも描画は可能であるが、大量の土器実測図を作成する場合は、描画作業用パソコンを複数台設置した方が作業効率があがる。①から②へのデータの転送は、基本的には光磁気ディスク(MO DISK)を利用するが、ネットワークを介してのファイル転送も可能である。

レーザー測定装置部の具体的な機能をまとめると、以下ようになる。

- ・計測範囲、ピッチの設定
- ・3次元計測
- ・写真画像取り込み
- ・計測データ、写真画像の蓄積及び検索
- ・計測データの表示

レンジファインダ部には、レーザースリット光を取り込み3次元形状を計測するCCDカメラと、2次元の写真画像を取り込むCCDカメラが据え付けられて、制御用パソコンからの制御により、非接触で土器形状の自動計測を行うようになっている。

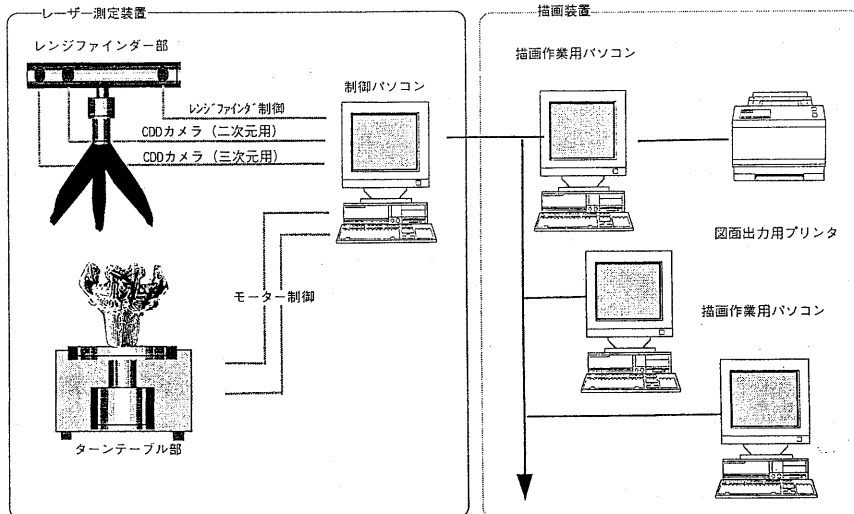


図2 土器実測図描画システムの全体構成

表1 レンジファインダ性能

	3次元計測	2次元計測
計測範囲	Y:500mm Z:200mm	X:600mm Y:450mm
計測分解能	±1.0mm以下	±1.0mm以下
計測時間	33msec/1断面	60sec/1画面
光源	半導体赤色レーザ	
外形寸法	H125mm × W1000mm × D135mm	

土器を置くターンテーブルの回転角度は360度で、最小回転ピッチは0.1度となっている。また、測定できる土器の大きさは、直径が50cm、高さが45cm、重量が10kg以下に限定される。

## 3. ソフトウェアの構成と機能

現在、発掘調査の現場での土器の実測図作成は、ほとんどの場合考古学の専門家である調査員の指導を受けながら、それまで経験のない調査補助員が担当している。したがって、描画のためのソフトウェアを開発するにあたっては、CAD等の知識や経験はまったくなくてもよいように、また、手作業による描画と同じような手順・方法で描画できるようにということを大前提とした。

ソフトウェアは大きく「描画」「データベース」「ユーティリティ」に分かれる。「描画」「データベース」については、当初計画した機能はほぼ開発を終了し、現在フィールドテストを行っているが、「ユーティリティ」についてはまだ構想の段階である。また「データベース」についても、現在は必要最小限の機能のみを実現しており、今後本格的なデータベース機能を追加していく計画である。以下それぞれの機能について説明する。

**描画：**実測図描画の手順は、基本的には「3次元計測データ及び2次元画像データの取り込み→2次元画像の歪み補正→輪郭線描画→文様描画→コメント入力→印刷」となり、プログラムは以下の7つの機能から構成されている。

(1)2次元画像補正機能：CCDカメラから取り込まれた2次元画像には、レンズによる歪み、遠近による歪みが含まれており、これを自動的に補正し、3次元計測データと一致させる機能である。(図3)

(2)輪郭線描画機能：画面上の土器の2次元画像を見ながら、輪郭にそって点をプロットしたり、あるいは直接輪郭をなぞることにより輪郭線を描画する機能。プロットした線のスムージング機能も含まれている。(図4)

(3)文様描画機能：施文したい範囲、方向、文様の種類、大きさ等を指定することによって文様を描画する機能。3次元計測データに基づいて文様を立体的に描画することも可能となっている。(図5)

(4)文様作成・登録・編集機能：文様を画像部品として作成し、登録したり、編集したりする機能。基本文様を拡大・縮小・変形して新しい文様を作成したり、全くオリジナルな文様を作成することも可能となっている。

(5)編集機能：輪郭線や文様のコピー、切り取り、削除等の編集機能。将来は、スキャナで読み込んだ画像や、写真の張り込み等も行える機能を追加する予定である。

(6)コメント機能：作成した実測図の任意の位置に、コメントを入力・編集する機能。

(7)印刷機能：印刷プレビュー、印刷を行う機能。

**データベース：**作成された実測図はレイヤー構造となっている。Layer0には2次元画像データ、Layer1には3次元計測データが格納され、これらのレイヤーは編集不可となっている。Layer2以降がユーザーレイヤーで、その数は無制限であり、自由に編集することができる。デフォルトとして、Layer2にはテキストデータが、Layer3には輪郭線が、Layer4以降に文様データが割り振られている。

実測図番号、土器番号、出土遺跡名、作成年月日等の管理情報もデータベースとして管理され、一覧表の作成や他のデータベースソフトへの転送ファイル作成等が行える。また、作成された実測図に基づいて、土器の容量や粘土の量を自動的に計算する機能も追加する予定である。

**ユーティリティ：**まだ、構想の段階であり、具体的な設計には至っていないが、次の2つは是非実現したいと考えている。

#### (1)報告書用図版編集

遺跡の調査が終わると発掘調査報告書が作成されることになり、土器の実測図も図版として印刷される。現在は、実測図をトレースしたり、1頁に体裁良く多くの実測図を載せられるように、拡大や縮小を繰り返したり、多大な人手と時間をかけている。これらの作業をディスプレイ上で行い、そのまま版下を使うことのできる図版を出力できるようになれば、それは報告書出版までの期間の短縮に大いに貢献することができる。

#### (2)3次元画像の作成

取り込まれた3次元計測データは、実測図を作成する過程において2次元データへと変容していくことになる。この3次元計測データをより活用するための一つの方法として、まず3次元計測データからワイヤーフレームモデルを作成し、それに2次元画像データを張り付け、土器の3次元画像を作るということが考えられる。この3次元画像は、博物館や資料館等における展示や、あるいはホームページによる一般への公開等への活用が考えられる。

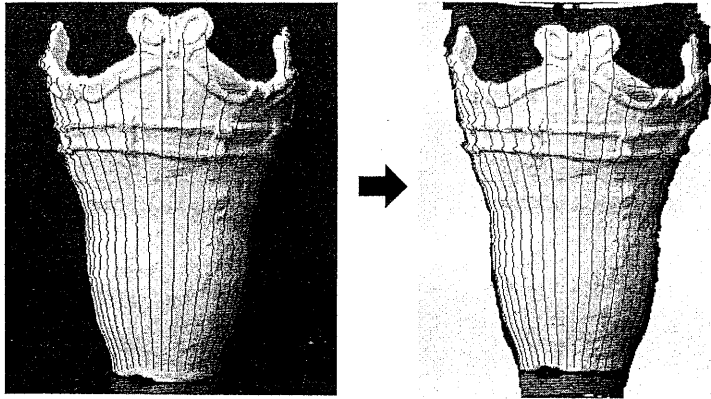


図3 遠近補正の例

これは遠近による歪みを補正した例である。縦線は3次元計測データに基づいたもので、補正後は2次元画像データとほぼ一致している。

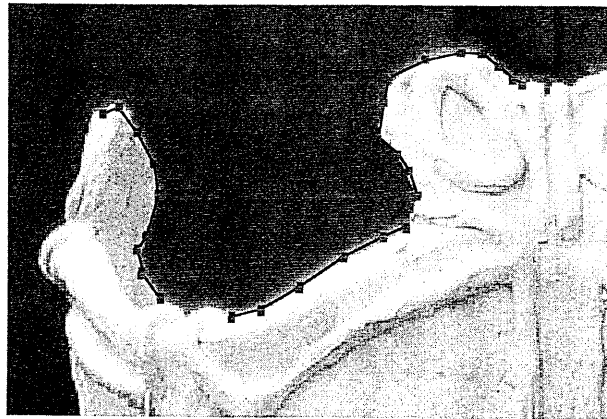


図4 輪郭線描画の例

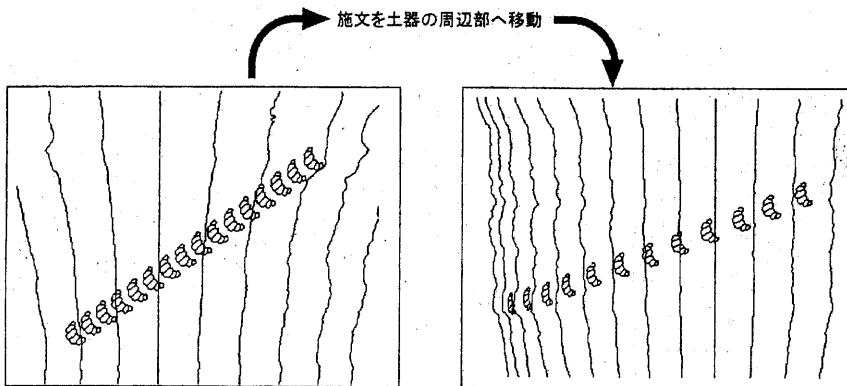


図5 文様の張り付け例

## 5. 今後の課題

本システムはまだ開発途上であり、解決すべき、あるいはレベルアップを図るべき課題も少なくない。現在検討中のものとしては、次の2つがある。

### (1)簡易型土器実測図描画システム

本システムが多くの考古学の現場に普及するためには、その価格も重要な要素である。しかし、一般的に3次元計測機器は高価なシステムになりがちで、買い取り価格で1千万円を超えるものも少なくない。そこで、本システムのレンジファインダ部から3次元計測部分はずし、2次元 CCD カメラのみの簡易型システムの開発を検討している。若干精度が落ちることになるが、価格は数分の1に押さえることが可能となる。

### (2)土器以外の遺物の実測図描画システム

本システムは完形土器を対象として設計されているが、出土する土器は破片の方が圧倒的に多く、また石器類の量も土器に劣らず膨大なものがある。これらの遺物についても実

測図が作られており、土器破片用、石器用に特化した実測図描画システムの開発の必要性も高い。当然、精度やレーザー測定装置部の形状等の変更、あるいはソフトウェアの機能の変更や追加が必要になってくるが、技術的な問題は少ないと予想している。

## 6. おわりに

本システムは、筆者とアイシン・ニューハード(株)とで、多くの埋蔵文化財担当者からの指導・助言を受けながら、共同開発を進めているものであるが、今回のようなシステム開発においては、実際の利用者の意見を反映しながら進めていくことが不可欠である。しかしながら、それらの意見は地域差や個人差が大きく、すべての意見をシステムに反映させることはまったく不可能である。できるだけ多くの意見を反映させる方向で検討を進めるのか、あるいは実測図の標準化(規準化)を検討すべきなのか、大きな課題として残っている。

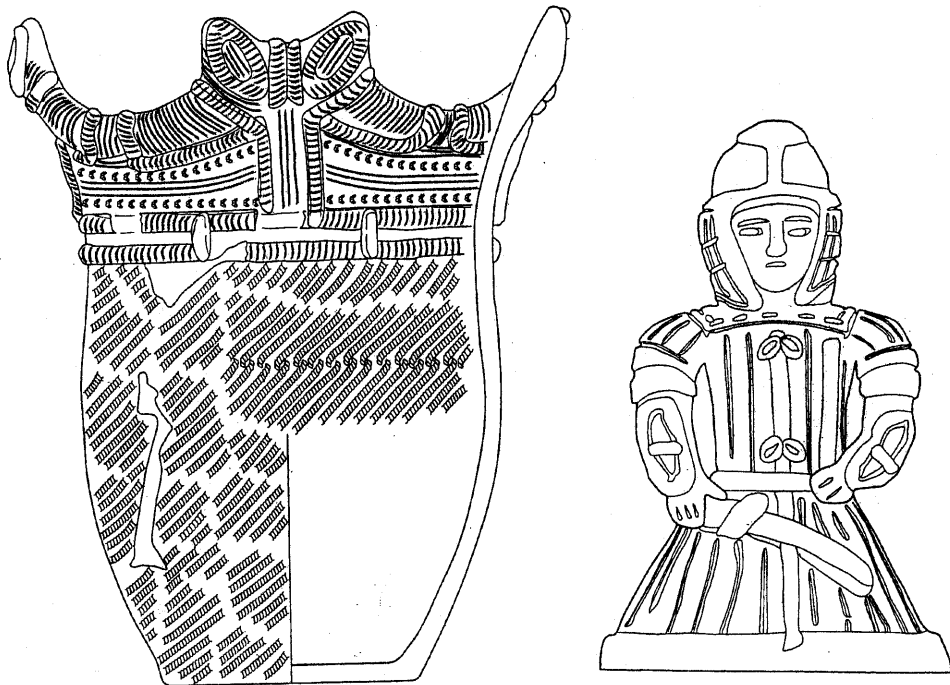


図6 実測図例(土器は実物であるが、埴輪は模型を利用した)