メタデータ管理システム（ASPICO）を用いた十六観図DBの構築とその分析

大西磨希子　北本朝展　池崎友博　ドミニク・ダフ　小野欽司
国立情報学研究所

十六観図とは、東アジア仏教において大きな位置を占める浄土教の造形芸術のうち、阿弥陀の西方極楽浄土の場景を観想する方法を十六段階に分けて描いたものであり、中国浄土教またその流れを汲む日本浄土教の思想的変遷を探るうえできわめて貴重な作品群である。本論文は、中国・敦煌莫高窟を中心とする現地調査によって得た描き起こし図を対象とした、メタデータ管理システム(ASPICO)による十六観図データベースの構築について述べる。またデータベースの数量的分析に基づく十六観図の分類を試み、著者らが以前に手作業で行った分類結果と同様の結果を得たことを報告する。

Establishment and Analysis of Paintings of Sixteen-Contemplation Database using ASPICO as a metadata management system

Makiko Onishi, Asanobu Kitamoto, Tomohiro Ikezaki, Dominique Deuff, Kinji Ono
Digital Content and Media Science Research Division
National Institute of Informatics

Our study is devoted to making the database of Paintings of Sixteen-Contemplation and its quantitative analysis for classifying paintings. These paintings are the works of Pure Land Buddhism, one of the most popular Buddhist schools in East Asia. They describe how to contemplate the scenery of that paradise by sixteen steps and present inevitable sources for the study on that sect. We report the outline of the database made on the network-based metadata management system (ASPICO), and the quantitative analysis of the database that produced similar classification results to that by manual classification previously done by authors.

1．はじめに

本研究の目的は、東アジア仏教において大きな位置を占める浄土教の造形芸術のうち、往生浄土のためのマニュアル的絵画作品である十六観図を対象としたデータベースの構築と、データベースを用いた十六観図の数量的分析にある。著者らはこれまで、十六観図の個々の作例のもつ仏教史的また美術史的意味や分類を人文学的手法により分析してきた[1]。それに対して本研究は、作例をデータベース化して数量的に分析するという情報学的手法を用いることにより、情報学的手法と人文学的手法による結果を比較・検証するとともに、十六観図に関する分析結果をより効果的に可視化することを目指す。

2．十六観図データベース

2.1　十六観図とはなにか

十六観とは、阿弥陀仏の西方極楽浄土をイメージ（観想という）するための方法を、十六段階に分けて説いたものをいい、浄土教の主要経典の一つである『観無量寿経』（以下『観経』とする）に記されている。これによれば、極楽浄土をイメージすることによって、極楽浄土に往生できるとされている。十六観図は、この十六のイメージの段階を絵画によって表現したもので、本来的には極楽浄土へ往生するための視覚的マニュアルとしての意義を有するもので、その大半は極楽浄土世界を描いた西方浄土変に付属する形で描かれている（図1）[1]。

十六観図は、日本にも当麻曼荼羅に描かれる

図1　西方浄土変と十六観図
（敦煌莫高窟第171窟北壁）

ものと、奈良・阿弥陀寺と京都・長香寺の観経十六観変相図と呼ばれるものの二種が伝存する。これらはいずれも『観経』の記述に忠実に従っているが、前者については唐時代の善導（613～681）の思想、後者については北宋時代の元照（1048～1116）の思想にそれぞれ基づいて画面が構成されたもので、いずれも中国で制作されたものと、その写しと考えられる[2] [3] [4]。

一方、現存作例が集中する中国・敦煌莫高窟では、初唐から宋にいたる各時代の十六観図が描かれているが、図像・配列ともに多種多様を極めており、『観経』から逸脱したような作例も含まれている。これはちょうど時期的に当麻曼荼羅（原本唐時代）と阿弥陀寺本などの観経変相（原本〔欠失〕北宋時代）の間にわたっており、その空白期の変化をたどるうえで重要な視点を与えるものであるが、これまで莫高窟の十六観図の全体像については全く研究がなされていない。

そこで、一見すると無秩序にもみえる莫高窟の十六観図の全体像を明らかにするために、作例に関する調査を基礎として、その時代的変遷と変化の背景を探ることとした。

2.2　使用するデータ

本研究ではまず、以下に述べる画像データおよびテキストデータを収集してデータベースに登録し、データの分析に使用した。

(1)画像データ

莫高窟の十六観図については、公開されている写真図版がごく一部に限られること、また公開されているものについても、写真図版の解像度が低すぎて細部が確認できない、部分的な写真図版が存在するのみで全体像が確認できない、といった問題がある。しかも現地での写真撮影は堅く禁じられているため、現地における丹念な観察にもとづくスケッチとその描き起こし図が、作品に関する事実上唯一の資料となる。そこで本研究では、著者の一人（大西）が現地調査で得たスケッチをもとに作成した描き起こし図を主な画像データとして、公刊されている写真図版も補助的に併用した。収集した画像データは、計 37 作例（壁画 32 作例、絹本画 5 作例）に達している。また十六観図は基本的に 16 の場面から構成されるが、いくつかの場面が欠損している作例も含むため、場面数は約 520 場面になる。

(2)テキストデータ

十六観図の典拠となる経典は、劉宋の元嘉年間（424～453）に畺良耶舎によって漢訳されたとされる『観経』である。そこで、同経の十六観に関する箇所を経典データとして使用する。また、画像データをもとに、各作例の図様を記述したディスクリプション・データを作成した。

2.3　十六観図データの特徴

仏教美術史の研究テーマとしてみた場合、十六観図データの特徴として、次の 4 点があげられる。

①**主題の特定が可能**：仏教美術においては、作例の主題が不明な場合や、意見が分かれる場合が少なくないが、経典に従って描かれた十六観図は明確に特定可能である。

②**同一地点での長期間の作例が現存**：初唐（7 世紀）から宋（12 世紀）にわたる長期間の作例が、敦煌に集中して現存することから、同一地域における時代的変遷をたどることが可能である。

③**図像と経典の比較が可能**：仏教経典にはしばしば別訳が存在し、また典拠が不明であるなどして、図像と経典との単純比較が困難な場合が多いが、十六観図のもとになった経典は古来、一種類しか存在しておらず、図像と経典の比較対照がしやすい。

④**多様な分類の基準が存在**：十六観図では、描かれる図像そのもの以外に、図が描かれる順序、画面形式、背景描写などが異なる、多種多様な作例が存在する。

3. 予備的なデータ整理と分析

十六観図は形式・図様ともに多様をきわめているため、そこから何らかの系統や変遷を読み解くための方法論が求められている。こうした方法論を確立するための基礎的な資料として、本研究では現存作例の分類を以下の観点から試みた。

3.1　分類基準

(1)『観経』との対応関係

十六観図は、同じ石窟の中の作例といった例外を除けば、図様・配列ともに全く同じものはないといってよいほど多種多様である。しかし、それらを『観経』の内容との対応関係を軸にみてゆくと、およそ次の 5 種に分けることができる。

1. 配列・図像とも『観経』に一致するもの（A）
2. 図像的に曖昧なものを含むが、配列のみ乱れているもの（A’）
3. 配列・図像とも乱れているもの（Ax）
4. 特殊な図像を含むが図像的合理性を保つもの（B）
5. 特殊な図像を含み混乱がみられるもの（Bx）

すなわち『観経』と一致しているか否かという基準からみれば、A とそれ以外（A’, Ax, B, Bx）に分かれるが、特殊な図像を含むか否かと

いう観点からみると、A 群（A, A', Ax）と B 群（B, Bx）に大別できることになる。

これらを制作時期によって、盛唐、中唐、晩唐、五代～宋に分け、そのうち盛唐をさらに画中の人物の服制の違いによって前期と後期に細分すると表 1 のようになる。

	盛唐前期	盛唐後期	中唐	晩唐	五代～宋
A	莫 171■ 莫 66■ 莫 45◆	莫 148 莫 113■	莫 197 Stein37		
A'		莫 176 莫 218	莫 379		
Ax	莫 215 莫 208◆ 莫 122 莫 217◆ 莫 103◆ 莫 120■				
B		莫 320 莫 172			莫 55 莫 76
Bx			楡 25 MG.17672	莫 12 Stein.35 Stein.70 EO.1128	楡 35

表 1　敦煌十六観図の分類表

(2) 画面形式

また、十六観図の分類に際しては、上記の『観経』との対応関係以外に、画面形式の違いもまた、別の分類基準になる。すなわち画面形式は、次の 3 種に大別できる。

a) 格子状区画のもの（■）

b) 条幅状区画で背景が自然景（◆）

c) 条幅状区画で背景がほぼ無地（記号なし）

そこで表 1 には、上記の括弧内の記号で、画面形式の別を表示した。

3.2 考察

以上の分類から、次のような知見が得られた。

- 『観経』から乖離した作例は、従来考えられていたよりも早い盛唐後期に現れている。
- 時代が下るにつれ『観経』からの乖離傾向が強い。
- 画面形式からみると〈格子状区画のもの〉→〈条幅状区画で背景が自然景〉→〈条幅状区画で背景がほぼ無地〉の順に推移している。
- 『観経』との対応関係からみると、同経の記述範囲で理解できる A タイプ群と、同経では理解できない特殊な図像を含む B タイプ群とに大きく分けられる。
- B タイプは盛唐後期に現れ、その後の作例に影響を及ぼしている。
- B タイプの莫高窟第 55 窟と同 76 窟の作例は、制作年代は五代～宋に下るが、図像自体は盛唐後期の同 320 窟や同 172 窟を継承している。

しかしながら、以上の手作業による予備的な分類には、いくつかの課題がある。

第一に、十六観図の作例は図様や配列が一様でないため、作例同士を単純に比較することは難しく、混乱を招きやすい。

第二に、十六観図に関しては、異なった分類の観点が必要になるが、それを効果的に表示することが難しい。例えば同じ A タイプに分類される作例であっても、画面形式からみると別タイプの同時期の作例と同じ範疇に含まれるといった場合が少なくないが、そういった作例間の関係をうまく表示することができない。

こうした問題を解決するためには、作例を多様な観点から分析してメタデータとして入力しておき、その結果を数量的に分析する方法が有効であると考えられる。またこうした数量的な分析を行うには、手作業によるデータ整理を続けていくよりも、こうした作業に適したシステムを利用してデータ入力と整理を進めていく方が効率的である。そこで本研究では、著者らのグループが開発した ASPICO というメタデータ管理システムを利用して、多様な観点に基づく作例の分類を試みる。

4．ASPICO を用いたデータ整理

4.1 ASPICO の概要

ASPICO (Advanced Scientific Portal for International Cooperation on Digital Silk Roads)とは、文化遺産に関連する様々な分野の研究者を対象とした、データ入力・整理・公開作業支援のためのメタデータ管理システムである。特に画像データの管理に関する機能が充実していること、リソース・オントロジー・エンティティという 3 階層のデータモデルに特徴がある。またデータモデルの記述言語として RDF[5]を利用することで、RDF の表現力を活用したデータ検索やデータ変換なども可能となっている。他の特徴的な機能としては、部分画像へのメタデータ付与（図 2）やエンティティの地図へのマッピング等がある。また全体のシステムを Web プラットフォームとして構築していることから、遠隔／共同作業にも適したシステムである[6]。

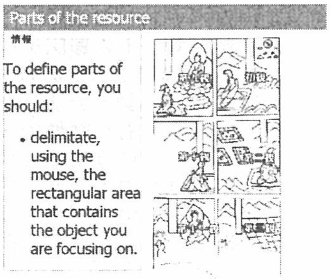

図 2　部分画像へのメタデータ付与

4.2　3 階層のデータモデル

ASPICO では以下に示す 3 階層のデータモデルを利用しており、メタデータもこの 3 階層に分割して表現する。

①リソース層

本システムにアップロードされたファイルをリソースと呼ぶ。リソースは主に媒体についての情報を記述した一つのメタデータを持ち、リソースの内容を表す一つ以上のエンティティとリンクする。また、データの部分をあらわすリソースは親リソースともリンクする。

②エンティティ層

実世界の対象を、対応するクラスの定義に従って記述したものをエンティティとする。一つ以上のクラスに所属し、全てのクラスに共通の標準属性とそのクラスに応じた専門属性を有する。

③オントロジー層

概念を表すクラス間の関係（現在は抽象・具象関係に限定）を記述したものである。また、クラス毎にその概念に応じた属性を定義する。基本的なクラスを定義した標準部分と、その下位クラスとして分野ごとに専門的なクラスを定義した専門部分から成る[7]。

この方式には従来のようにリソースに直接メタデータを関連付ける方法よりも柔軟性がある。ASPICO では、メタデータをリソースごとに単なる文字列として入力するのではなく、いったんエンティティという対象物を定義した後に、それをリソース（例えば個々の画像ファイル）とリンクするという方法を用いる。この方法によって、リソースそのものに関連するメタデータ（画像形式や撮影者等）と、リソースの内容に関連するメタデータ（被写体等）とを分離して記述できるだけではなく、ある同一の対象物を撮影した複数の画像に関連性を定義できるなどの利点も生まれる。さらにエンティティをオントロジーのインスタンスと定義することにより、同一の概念に基づく異なるものについて、お互いに区別しつつその間に関連性を定義することも可能となる。

4.3　十六観図データベースへの適用

次に本研究の主題である十六観図データベースの構築に ASPICO を適用するための方法について検討する。第 2 章でも述べたように、十六観図は経典に即した構造をもつ図像であり、そうした構造をデータベースにうまく反映させることが数量的な分析には必須の要件である。そこで鍵を握るのがエンティティ層およびオントロジー層の設計である。以下では十六観図データベースに適した 3 階層の設計について、その概略をまとめる。

まず図 3 は十六観図データベースで用いる 3 階層データモデルの模式図である。以下では階層ごとに、具体的な設計について概略を述べる。

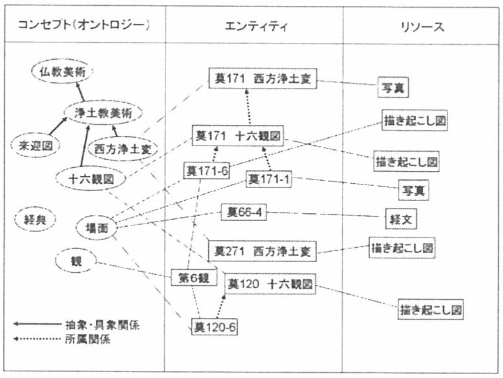

図 3　十六観データモデル模式図

①リソース層

本データベースでは、画像（描き起こし図・写真）とテキスト（『観経』・図様のディスクリプション）のデジタルデータをリソースとして入力する。

②エンティティ層

第 2 章でも述べたように十六観図は西方浄土変という図像の一部として定義することができる。さらに十六観図は十六の場面から構成されており、その場面一つ一つが経典に即した意味を持っていると考えることができる。つまり十六観図を分析するには、図像全体という観点と、個々の場面の総体という観点を区別して扱う必要がある。そこで十六観図データベースでは、十六観図全体というエンティティと、個々の場面というエンティティを定義し、個々の場面は十六観図の部分（画像）であると定義した。また十六個の観もあらかじめエンティティとして定義しておくことで、個々の場面と観との対応にもリンクを定義することができる。以上の指針をまとめたものが表 2 である。

③オントロジー層

本データベースで用いたクラスと属性を表 3 に示す。クラス定義に基づいてエンティティを生成する際には、図 4 のようなインターフェースをクラスごとに生成することで、データ入力を容易にしている。

エンティティのクラス	エンティティの名称
西方浄土変	莫 171　西方浄土変
十六観図	莫 171　十六観図
場面	莫 171-4
観	第四観

表 2　エンティティの例

クラス	属性	属性値の説明
西方浄土変	番号	石窟番号あるいは作品番号
	制作年代	作例が描かれた年代(初唐、盛唐など)
	位置	壁面での位置(壁面全体、3 面のうちの中央など)
	種類	作例の種類(壁画、絹本画など)
	壁面	壁画が描かれている壁面(北壁、南壁など)
十六観図	韋提希の服制	韋提希の着衣表現(鰭袖、大袖の別)
	位置	西方浄土変における位置(左右は画面に向っての表記とする)
	画面形式	画面形式(格子状、条幅状など)
	作例	所属する西方浄土変(西方浄土変クラスのエンティティ)
	場面数	場面数(欠損するものは現存場面数、16 場面以上のものは 16 とする)
場面	観想の対象	観想の対象として描かれているもの
	十六観図	所属する十六観図(十六観図クラスのエンティティ)
	題記	題記(榜題の銘文)
	位置	十六観図における位置
	記述	図様の記述
	観名	推定される観名(観クラスのエンティティ)
	描写物	観想の対象以外の描写物
経典	名称	経典の名称
	内容	経典の内容
	漢訳年代	漢訳された年代
	訳者	漢訳した人物
観	経典	記される経典(経典クラスのエンティティ)
	観名	十六観のうちの観名
	内容	各観の内容
	観想の対象	観想の対象(浄土の景物や仏菩薩など)

表 3　クラス・属性一覧

図 4　属性値の入力画面（上）と入力後の画面表示（下）

4.4　属性の定義

表 3 に示す属性の中には、名称のように客観的基準にしたがって入力できるものもあれば、人文学的解釈を必要とするものも多い。特に注意を要する属性について、以下に注意を述べる。

まず、「場面」属性の「観名」属性である。これは「場面」の図像を著者の一人（大西）が解釈して経典の内容と照合することにより、最も適合する観を判定した上で入力している。これは図像の内容が経典と非常によく一致している場合には問題ないものの、図像の意図が不明確である場合には判定が不能となる。このような場合には、複数の観に対応する可能性がある場合と、全く対応する観がない場合とに分類し、両者を区別して扱うことにする。

つまりこの属性は、

(1) 対応する観がある場合（初観から第十六観のいずれかのエンティティにリンク）
(2) 複数の観に対応する場合（複数観エンティティにリンク）
(3) 対応する観がない場合（図像の内容に対応するエンティティを作成してリンク）

として入力することになる。

次に注意を要すべきなのが、「場面」クラスの「位置」属性である。十六観図は初観（すなわち第一観）から十六観まで観が順序を有していることに着目し、十六観図データベースでは図像全体における場面の順序を記録することとした。これは、壁画という平面上に 2 次元的に描かれた十六観図を 1 次元に場面が順序を持っ

て並ぶ図像と解釈しなおすことに対応する。そのためには、2 次元的に描かれた十六観図をスキャンして順序に変換しなければならない。

そこで、各場面が格子状に描かれる作例の場合は配列順に従って順序に変換し、画面を格子状に区切らずに各場面を配する作例の場合は、上から順序に変換することにした。こうして 1 から始まる順序に変換した数値を位置属性と定義し、後の数量的分析において中心的な数値として活用することにした。

5. 十六観図の数量的分析

以上の方法で ASPICO に十六観図の画像データおよびテキストデータを入力し、十六観図データベースを構築した。これまでに入力したデータは、収集した 37 作例のうち、描き起こし図を対象として選びだした 15 作例である。この 15 作例を対象に、十六観図の作例間の関係を数量的に捉えることを試みた。なお本研究で対象とする 15 作例以外についても、データ入力が完了しだい、同様の手法で分析する計画である。

5.1 実験の方法

十六観図の作例間の関係を数量的に分析するための一つの方法として、本研究では個々の十六観図を数値ベクトルとして表現し、その関係を階層的クラスタリングにより図示することを試みた。具体的には ASPICO で構築した十六観図データベースを RDF/XML 形式でエクスポートし、このファイルを分析することで、十六観図の作例を 4 つの数値で特徴付けることとした。

1. **網羅度**：十六観図は十六の場面すべてが図像中に一度ずつ出現すべきであるが、作例によっては一部の場面が欠けている場合がある。そこで経典の全体像がどれだけ正確に表されているかをあらわす指標として、十六観図に登場する場面の総数を数える。ただし図像に欠損がある場合には欠損部についての判定が不能であることから、出現すべき場面数を残存場面数とする。また十六観図の中には 13 場面のみを描画したものがあり、その場合には出現すべき場面数を 13 とする。このように出現すべき場面数が作例によって異なることから、出現した場面を出現すべき場面数で規格化して[0, 1]の数値に変換して網羅度とする。
2. **逆転度**：十六観図の十六の場面は、経典の順序にしたがって登場すべきであるが、作例によってはその順序が逆転している場合がある。そこで経典の順序がどれだけ正確に理解されているかを表す指標として、場面の順序が逆転した回数を数える。ただし観名が判定不能の場面については順序の逆転は調べることができないため、これらを除いた場面数を計算し、その数で規格化することで[0, 1]の数値に変換して逆転度とする。また複数観に対応する場合には、複数の観名をそれぞれ比較することで順序関係を判定する。
3. **曖昧度**：十六観図の場面は、それぞれ特定の観に対応すべきであるが、その意図が曖昧であり複数観に対応しうると解釈できる場合がある。そこで個々の場面の図像がどれだけ的確に表現されているかをあらわす指標として、複数観に対応しうる場面の数を数える。ただし観との対応が不能な場面は除き、単一あるいは複数の観との対応が解釈できる場面の総数で規格化して[0, 1]の数値に変換して曖昧度とする。
4. **重複度**：十六観図の場面は一度ずつ出現すべきであるが、中には同じ観が繰り返し登場する場合がある。そこで同じモチーフがどのくらい使いまわされているかをあらわす指標として、十六観図に一度よりも多く登場する場面の数を数える。例えば同じ観が 3 回登場すれば重複は 2 である。これを観との対応が解釈できる場面の総数で規格化して[0, 1]の数値に変換して重複度とする。

上記の数値は、ASPICO に入力した個々の作例の属性から自動的に計算することが可能である。ゆえに個々の作例ごとに上記 4 変数の数値を算出し、この 4 次元ベクトルを用いて十六観図の数量的分析を試みた。

5.2 実験の結果

本研究で用いた数量的分析手法は階層的クラスタリング手法である[8]。これは類似したクラスタを併合的に結合させていくことによって、樹形図によって表現できるようなデータのクラスタを生成することにある。本研究では階層的クラスタリングの非類似度として Ward 法を用い、統計解析ソフトウェア R[9] に実装された階層的クラスタリングのパッケージを利用して、以下の実験を行った。

実験の結果として得られた樹形図を図 5 に示す。この樹形図の下部にあるデータごとのラベルは表 1 に対応するものであり、Dunhuang が表 1 の「莫」に対応するものである。

この結果は、表 1 において手作業で分類した結果とよい対応を見せている。例えば表 1 において A と分類した莫 171、莫 66、莫 113 は一つのクラスタとして検出できており、またそれ以外についても、表 1 で与えた主観的な分類結果とおおむね一致する結果となっている。このことは、5.1 節で与えた十六観図の数値化がおおむね適切であり、これが十六観図の相対的な距離について有用な情報を与えていることを示している。

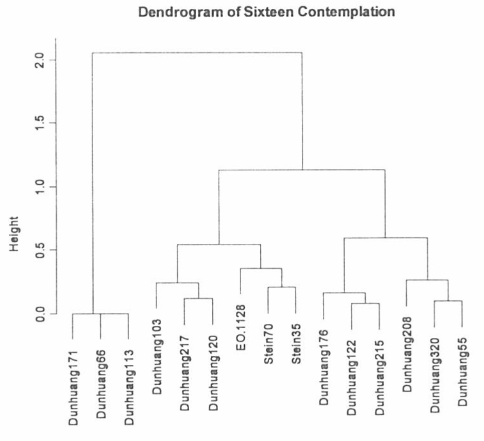

図 5　十六観図の階層的クラスタリング

ただし階層的クラスタリングについての注意点として、非類似度の選択により結果が異なってくることは指摘しておかねばならない。本論文には掲載しないが、種々の非類似度を実際に用いて結果を比較したところ、葉に近い部分はどの非類似度を用いてもおおむね同様の構造となるものの、樹形図の上部の構造は非類似度の具体的な選択によって異なっていた。ゆえにどの非類似度を選択するかについては任意性があるが、第 3 章で述べた予備的な分類と最も近いクラスタリング結果を生み出した方法は Ward 法であった。ゆえに Ward 法による階層的クラスタリングの結果について以下で分析を行う。

クラスタリング結果はおおむね第 3 章で行った予備的な分類と整合しているが、やや整合性が悪かったのが「莫 208」の作例である。これは美術史的な解釈によれば、「莫 217」「莫 103」などに近い作例であるが、図 5 では「莫 320」や「莫 55」に近い作例となった。これは、作例の分類に必要な情報が ASPICO にすべて入力されていないことが原因であると考えられる。例えば、描線の細かさや密集度などは、作例を分類する上で重要な情報であるが、5.1 節で示した数値はいずれも経典との一致度のみを計算したものであり、描かれるモチーフの異同に関連する要素は全く入っていない。こうした要素は、図像の来歴や変化の分析にも有用な情報であることが期待できるため、こうした要素を考慮した数量的分析の実現が今後の重要な課題である。

5.3 ASPICO を活用する利点

上記の計算には、ASPICO で入力されたメタデータを活用しているが、十六観図の場面数は十六観図に関するメタデータである一方で、場面と観との対応関係などは個々の場面に関するメタデータである。ゆえに上記の計算は、全体のメタデータと部分のメタデータとを対応付けないと計算できない性質のものである。こうした複数のクラスのエンティティにまたがるような計算が必要であっても、ASPICO がデータモデルとしている RDF はそうしたデータの関係を表現するのに十分な能力をもっており、より複雑な数量的分析が可能であると考えられる。また、ASPICO は部分画像へのメタデータの付与機能など、こうした複雑な構造のメタデータの入力を支援する機能を有しているため、単純な構造のデータベースでは困難なデータ管理も可能となる。ゆえに本研究で行ったような数量的分析には ASPICO のような先進的なデータベースが不可欠のものであったということができる。

このような利点は、他の人文科学においても活かしていくことができる。十六観図データベースで用いたモデリング手法は、実在する個々の作例（西方浄土変、十六観図、場面）をあらわすエンティティをつくり、これに写真やスケッチなどのデジタルデータ（リソース）をリンクして管理するという方法であった。このように実作例を一つのエンティティとして設定するという方法は、美術作品や考古遺物に各自の識別番号を付して整理するのと同じ考えに立つもので、実物を取り扱う他の研究分野にも広く適用できるものである。

また、本研究の目的の一つは、作例全体を構成する部分についての図像研究にあり、十六観の各場面の図像と『観経』の内容との対応関係をみていく必要がある。そこで本研究においては、個々の作例それ自体をエンティティとして設定するだけなく、その部分を成す各場面についても、それぞれエンティティとして設定するという方法を採った。この方法も、作品・遺物としては一点と数えられるもの（つまり、作品番号としては一つ）であっても、別々の意味内容をもつ部分から構成されているような場合に、同じく適用が可能である。

ただし、ASPICO は汎用性を旨とし、歴史学・地理学・民俗学・宗教学等々の異なった学問領域にまたがる概念構造のもとに設計されているため、オントロジーに共通する課題を抱えているのも確かである。すなわち、システムとしての相互運用性を保つためには、各自が研究テーマや題材に沿って設定したエンティティを、ASPICO の中で固定された一般的概念構造のなかに振り分け、押し込める必要があるが、そのためにはまず ASPICO の概念構造を利用者が共有しなければならず、混乱を招きやすい。また、学問分野や研究対象によって異なる可能性の大きい概念構造を、基本的なものに絞るとはいえ一般化することについては、今後検討していく必要があると考える。

6．おわりに

本研究は、ASPICO により十六観図のデータベースを構築し、そのうち 15 作例の描き起こし図を対象に、データベースを用いた数量的分析による作例の分類を試みた。その結果、手作業での主観的分類とほぼ一致する結果を導くことができ、ASPICO のデータモデルの有効性を確認することができた。そこで今後は、未収集データの多い中唐や晩唐の作例を中心に莫高窟での実地調査を継続し、ASPICO によるデータ整理を進め十六観図データベースの充実を図るとともに、今回の数量的分析では考慮しなかった描線の粗密やモチーフの異同についても要素として加えることにより、作例の来歴の割り出しといったより本質的な議論に結びつく分析方法を検討していきたい。

謝辞

本研究は、平成 18〜19 年度科学研究費補助金（若手研究 B）「『観無量寿経』十六観の図像表現からみた中国浄土教の変遷とその美術」の助成を受けている。また、データの入力に際しては早稲田大学大学院文学研究科考古学専攻修士課程の田中裕子氏の協力をいただいた。

参考文献

[1] 大西磨希子：敦煌莫高窟の西方浄土変に描かれた『観無量寿経』モティーフ，南都仏教，Vol.83, pp.62-95(2003).

[2] 望月信亨：当麻曼荼羅と善導の著書及び則天浄土変(2), 寧楽 Vol.2， pp.1-7 (1925).

[3]濱田隆：南都阿弥陀寺所蔵 ”観経十六観変相図” について，大和文化研究，Vol.414，pp.13-23(1957).

[4] 大西磨希子，綴織当麻曼荼羅考，仏教芸術，Vol.280, pp.13-39 (2005).

[5] G. Klyne, J. Carroll “Resource Description Framework (RDF) : Concepts and Abstract Syntax”, W3C Recommendation 10 February 2004, http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/

[6] 池崎友博，ドミニク・ダフ，小野欽司，北本朝展，大西磨希子：ネットワークを利用するディジタルアーカイブ共同構築システム，FIT2006 第 5 回情報科学技術フォーラム，一般講演論文集，第 4 分冊，pp.399-400 (2006).

[7] オントロジー層のみは ASPICO だけではデータを入力することができず、オントロジー開発ツール Protégé などを用いて作成した RDF をインポートする必要がある。

[8] 宮本定明：クラスター分析入門、森北出版、1999.

[9] http://www.r-project.org/