

## 学際分野研究としての文化情報学研究

### ー考古学における遺跡情報モデリングとその実装ー

藤本 悠

The academic discipline of “*Culture and Information Science*” aims that supporting studies for cultural phenomena such as region of humanities with viewpoints of Information processing, as well as developing techniques or practicing theories and methods through the series of process of studies ; acquiring data, constructing information, analyzing or simulation, expressing and publishing for cultural studies. The term of “*cultural phenomena*” in this discipline is phenomena defined by each “*Application Disciplines*” which is directly connected to cultural studies. Under this term, optimized techniques, theories or methods from “*Referenced Disciplines*” such as Information Science are adapted to “*Application Disciplines*”.

This study is the case study for “*Culture and Information Science*”. In this study, “*Application Discipline*” is “*Archaeology*” and suitable technique and methods from “*Referenced Disciplines*” are “*GIS (Geospatial Information System)*” and “*OOM (Object Oriented Modeling)*”. Although GIS is attracted Archaeologists' attention as tools for Spatial Analyzing, GIS in Archaeology have not been performed to the best of its potential because of insufficiency of digitalized information for Archaeology. This problem prevents not only development of Spatial Analyzing on GIS, but other statistical studies. This study intends to solve this problem with OOM. OOM corresponds data modeling for “*Object Oriented GIS*” and it's been able to construct GIS data for much more advanced study. This study provides methods for implementation of OOM to GIS.

### 1. はじめに

我々が「文化現象」と呼ぶ現象は実世界には実体として存在せず、現実世界における事象に対する「解釈」の結果である(藤本 2007)。すなわち、現実世界における「何らかの事象」を「ある研究者が研究したときに、一連の「研究プロセス」を通して蓄積した種々多様な記録から文化意義を見出して「文化現象」を定義する。したがって、同じ事象を取り上げていても、例えば、「考古学的視点」と「美術史的視点」では同じ事象を対象としていても結果として現れる「文化現象」は異なるであろう。しかしながら、これらは否定すべき問題ではなく、むしろ異なる視点によって姿を変える人類社会の多様性であり、それぞれの学問分野の視点として受け止める必要がある。

「文化現象」と呼ばれるものに対して「文化情報学」の視点からアプローチするのであれば、主題として取り上げる分野を「応用分野(Application

Disciplines)」とし、情報学をはじめとする様々な「参考分野(Referenced Disciplines)」の技術や理論を用いて、「応用分野」における文化意義の追及に貢献するべきである。そして、文化情報学研究として焦点を当てるべき問題は、文化現象の研究において必ず辿る「データ収集→情報構築→分析・シミュレーション→表示→解釈」の一連の情報処理プロセスから見出す必要がある。このようにして初めて文化情報学は総合領域あるいは学融合領域として意義を持つのではないか。

本研究では、考古学を応用分野とし、参考分野の技術として地理学における GIS (Geospatial Information System)<sup>1</sup>と、情報学における OOM (Object Oriented Modeling) を用いた。そして、考古学研究における現状を整理した上で、考古学

<sup>1</sup> GIS における「地理情報」という言葉は、最近では「地理空間情報」という言葉に置き換わりつつある。例えば「地理空間情報活用推進基本法案」など。

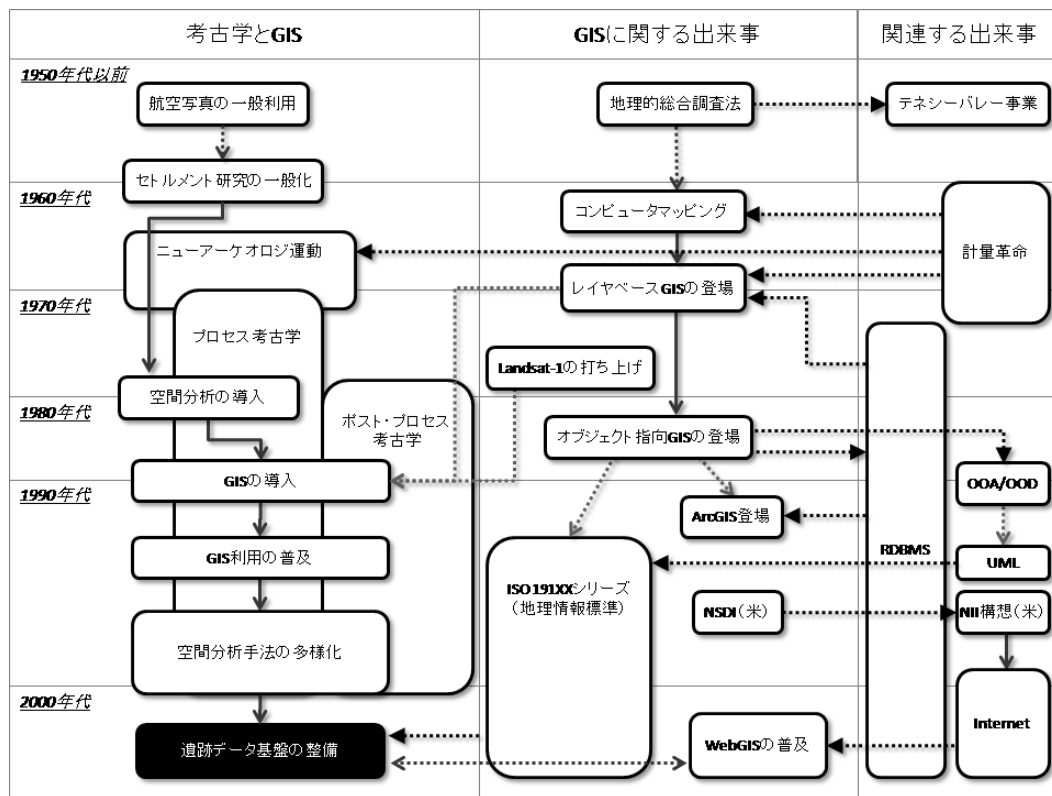


図1 考古学とGISの略史

Fig. 1 History of Archaeology and GIS

情報の構築の視点から考古学研究を支援するための方法提示し、本研究を文化情報学研究としたい。

## 2. 考古学研究におけるGIS

考古学では、遺跡から出土した遺物や検出した遺構から時代の予測や、当時の社会、文化などを推測することが主要なテーマで、ほとんどの場合、対象とした遺跡を地図上にプロットして空間的な位置づけを行う。考古学において、空間的な要素というのは、時間的要素と並んで非常に重要な意味を持っている。考古学における空間的側面の重要性は19世紀の終わりのころには認識されていて<sup>2</sup>、1950年代以降には遺跡分布の空間的な配置をより体系的に観察する試みが行われるようになった。1960年代の「計量革命」はこの動向をさらに加速させ、1970年代後半には、英国

でHodder(1976)が『考古学における空間分析』を著し、米国においても考古学研究における空間分析の導入が始まった。この1960年代から1970年代にかけての「計量革命」は、地理学、経済学などの諸学問にも大きな影響を与え、GISの空間分析機能はこの時期に十分な実用化を遂げた<sup>3</sup>。このような経緯もあって、1980年代に入ると米国ではプロセス考古学者を中心にGISが積極的に利用されるようになり、1990年代以降にはGISは欧米において少しずつ研究ツールとしての地位を固めていった(松本, 2007)。

日本考古学は、GISの導入に関して欧米の考古学に遅れをとったが、2001年には新野ら(金田・津村・新納, 2001)が『考古学におけるGIS入門』を著し、国内においてもGISを用いた考古学研究の有効性が議論されるようになった。最近では、

<sup>2</sup> 19世紀の終わり頃には、現代の考古学者が使用する平面図や断面図が記録ツールとして世界的に普及していた(松本, 2007)。

<sup>3</sup> GISという言葉はトムリンソンが開発した「カナダGIS」で初めて使用された。当時は、図形・画像処理中心のGIS研究と計量地理学中心のGIS研究に分かれていた(碓井, 1995)。

様々な分析方法が一般化され、定着し、多様化し始めている。例えば、京都府南部地域の弥生遺跡について、Tobler の Hiking 関数<sup>4</sup>を用いた加重コストボロノイによる遺跡領域の分析を行った伊藤ら（伊藤・山口，2005）の研究や、武蔵台地東部の縄文時代中期の集落遺跡の分析を GIS による空間分析や他の統計的手法、C14 年代測定法などを組み合わせて遺跡立地の時系列動態の分析を試みた津村（2005）の研究などがある。また、空間分析の数理モデルの改良も重要な検討課題となりつつある。近藤（2007）は Tobler の Hiking 関数を実際に GIS アプリケーションに実装すると、アプリケーションによって結果が異なるという危険性を指摘し、実体験を通して数理モデルの改良する必要性を説いている（図 1）。

このように、1980 年代以降、考古学では、「空間分析ツール」として GIS はその地位を築き始めつつあり、日本においても空間分析を行うための有効なツールとして認識され始めている。しかし、分析に用いることのできるデータがあまりにも少なく、また、データ構築が個人によるスタンドアロンな環境下であるために多様化し始めたニーズに答えきれなくなっている。ただし、この問題に関して忘れてはならないのが、GIS 自身も 1980 年代以降にシステムとして成長し続けているという事実である。GIS は、もはや「空間分析ツール」ではなく、総合的な「情報管理システム」である（藤本 2004）<sup>5</sup>。今後は、GIS を中心とした議論を、分析段階から情報構築段階へとシフトさせることでより複雑な問題に対するツールとなり得るであろう。次節では、考古学における GIS を用いた空間分析研究の限界性を整理した上で情報管理システムとしての GIS について議論したい。

### 3. オブジェクト指向 GIS と空間情報構築

現在、考古学で一般的に用いられている GIS は「レイヤベース GIS」で、前節で挙げた研究事例もレイヤベース GIS の空間分析機能を用いて

<sup>4</sup> 地表面の傾斜角度  $S$  (ラジアン) から、人の歩行速度  $W_0$  を算出するための関数。  $W_0 = 6 * \exp\{-3.5 * \text{abs}(S + 0.05)\}$  の式によって表される (Tobler, 1993)。

<sup>5</sup> 考古学では、空間分析ツールとして GIS を用いることが多いが、総合的な情報管理ツールとして利用されることも多い。例えば、都市ガスや電気とインフラ設備の管理や、行政における総合的な情報管理システムとして GIS は導入されている。

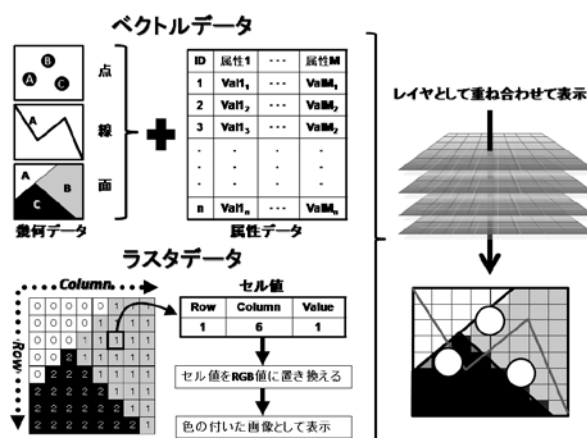


図2 レイヤベース GIS の仕組み

Fig.2 Layer Base GIS

いる。レイヤベース GIS を用いても、津村の事例のように他の統計的な手法と組み合わせることで非常に有効な分析が可能であるが、レイヤベース GIS には空間的な構造を扱えないという欠点を持っていて、この欠点は空間分析の限界性を暗示している。

レイヤベース GIS では、ベクトルデータ (点、線、面で表現された幾何データ) とラスターデータ (ピクセルとピクセル値によって表現されたグリッドデータ) という二種類の GIS データモデルで表現されたデータを、レイヤとして重ね合わせて実世界の空間を表現する。レイヤベース GIS において、ベクトルデータはテーブルと呼ばれる単一テーブルに記述されたデータシートと、点か、線か、面のいずれかの幾何形状を結び付けたデータを一つのレイヤで管理し、ラスターデータは単一のラスターデータを一つのレイヤで管理する (図 2)。ラスターデータの場合には、マップ代数やラスター演算を組み合わせるとレイヤ間のデータを「合成」することが可能であるが、原則的にはレイヤ間の関係を持つことはできない。

考古学では、主として遺跡を扱うが、遺跡という存在は空間的な構造を持っている。例えば、同一の遺跡であっても、上層には新しい時代の遺構が存在し、下層には古い事態の遺構が存在するかもしれない。また、遺構も単独で存在するものもあれば、柱穴のように複数の柱穴から成立する建物遺構かもしれない。建物遺構は、他の遺構との関係によって一つの集落を構成し、その集落景観を特徴付けているかもしれない。しかし、このような遺跡の構造は、「遺跡代表点」としてプロッ

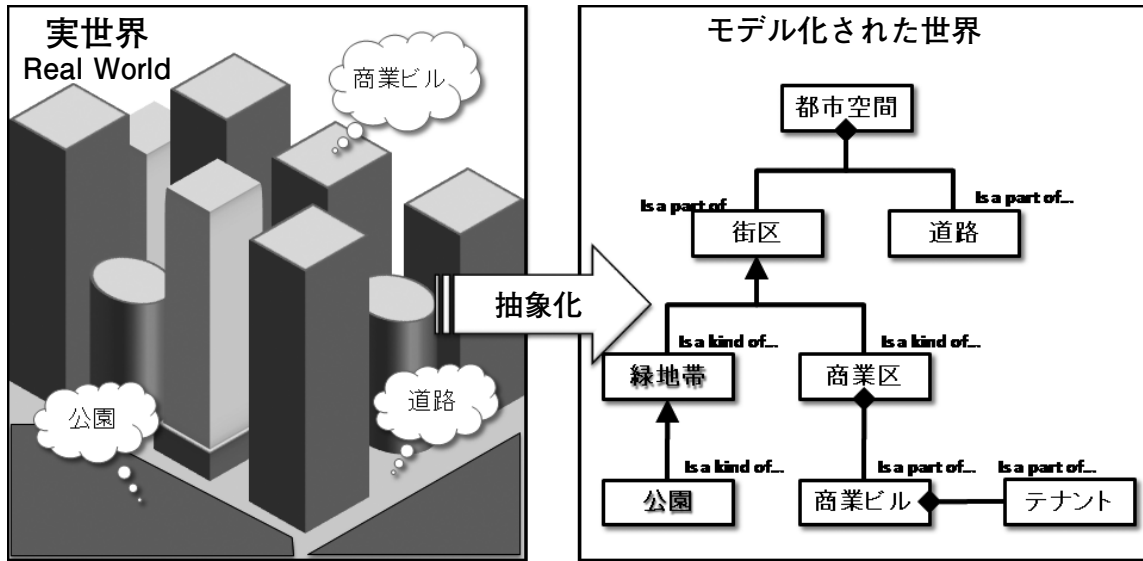


図3 実世界のモデル化

Fig. 3 Modeling of Real World

トした瞬間にその意味を消失してしまうのである。そして、空間分析においては、代表点としてプロットした点に対して、特定の遺物の出土量や、住居数といった単一テーブル上に記述できる定量データを定義して分析するしかなくなる。調査の過程では確実に存在していたであろう、詳細かつ豊富なデータの多くは分析プロセスにおいて「闇の彼方に葬り去られる」のである。

この問題に対して有効な対策となり得るのが「オブジェクト指向 GIS」の存在である。オブジェクト指向 GIS とは、1980 年代ごろから研究が始まり、今後の主流と言われている GIS の一形態である（碓井 2003）。オブジェクト指向 GIS では、実空間の現象をより忠実に仮想空間上で表現するために考案された GIS で、人が認識する実空間の現象をオブジェクトの構造体として仮想空間上に展開する。GIS におけるオブジェクトは、「地物 (Geographic Feature)」と呼び、地物は構造体の雛型となる「地物型 (Feature Class)」と実装した「地物インスタンス (Feature Instance)」に分けられる。オブジェクト指向 GIS において、「地物」は「クラス」および「クラス間関連」によって構成され、UML (Unified Model Language)<sup>6</sup>

<sup>6</sup> ソフトウェアシステム設計やビジネスモデリング、あるいはその他の非ソフトウェア設計時における人工物を明示し、可視化し、構築し、文書化するためのグラフィカルな言語。UML は、巨大かつ複雑なシステムのモデリングにおいて、実践的な成果を上げている (ISO/IEC 19501)。

を用いて地物をモデル化すると、原則的には四種類の関係によって実世界の現象を表現できる。すなわち、全体と部分の関係を示す「強い集約 (Composition)」、自立的集約関係を示す「集約 (Aggregate)」および相互自立的関係を示す「関連 (Relationship)」、そして特化と一般化の関係を示す「汎化 (Generalize)」である。

現状では、一般的に普及している GIS にモデルレベルで地物型を実装できるものは少なく、オブジェクト指向 GIS と呼ばれる GIS の多くは RDB (リレーショナルデータベース) の機能を用いてこの地物型を実装している。

#### 4. 考古学における遺跡情報モデリング

オブジェクト指向 GIS を導入するために重要となるのが OOM である。「オブジェクト指向 GIS」における OOM では、実世界に対する認識をモデル化言語を通してモデル化する。複雑な現象を扱う場合、多くの人はその構造を把握しきれていない場合が多いため、この作業を通して自身が対象となる現象を理解する上でも非常に有効である。また、他者との認識のズレを明確化できるという点においても OOM は重要な役割を持つ。

OOM には、UML を用いるのが一般的で、地理情報のための国際的業界標準 ISO191XX シリー

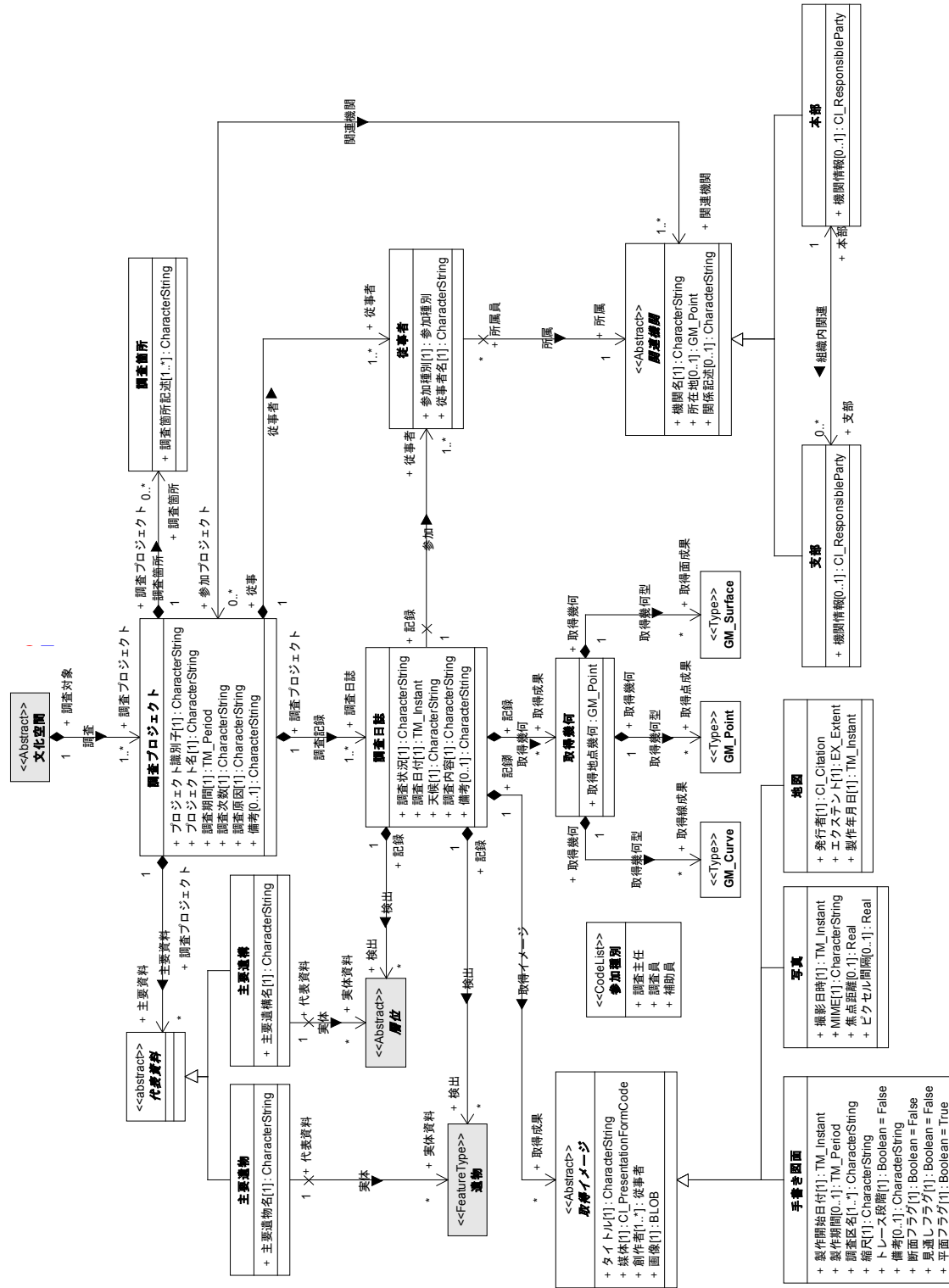


図 4 考古学情報スキーマの一部 (藤本作成)

Fig.4 A Part of Application Schema for Archaeology

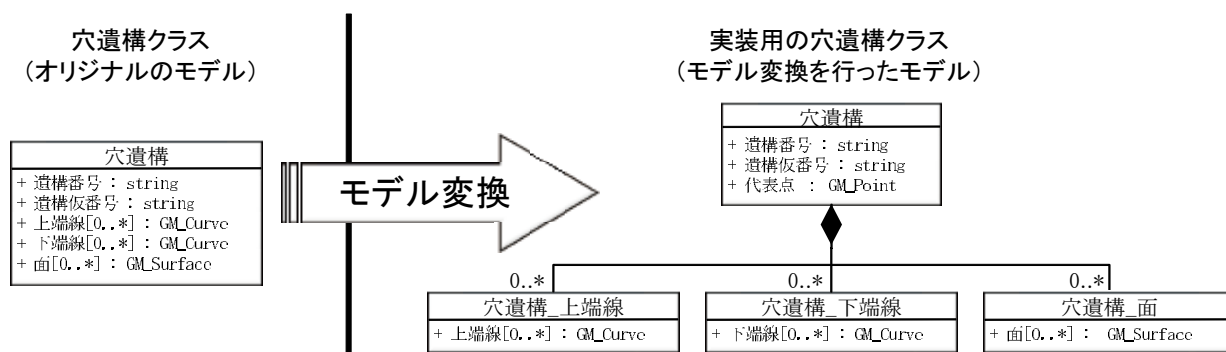


図5 ArcGIS への実装のためのモデル変換の例

Fig. 5 Model Converting for ArcGIS

ズ<sup>7</sup> (以下、地理情報標準) においても UML が用いられている。地理情報標準では、空間的なオブジェクトや時間的なオブジェクト、その他標準化に最低限必要とされる情報をオブジェクト部品として提供している標準で、UML を用いて空間的な現象をモデル化すると、同標準で提供されているオブジェクト部品をそのまま適用できる。例えば、幾何データとして用いられる形状として、「点」と「線」と「面」があるが、「点」は「GM\_Point」、「線」は「GM\_Curve」、「面」は「GM\_Surface」というオブジェクトクラスを用いることができる<sup>8</sup>。これらは、モデル化作業においてデータタイプとして使用できる。地理情報標準におけるオブジェクト部品を用いて OOM を行うことは、地理情報標準における「応用スキーマ (ISO 19109)」<sup>9</sup> の設計に他ならない。すなわち、より汎用性を持ったモデリングを行うことができれば、そのモデルは国際標準に準じたモデルとなり得るのである。

<sup>7</sup> 国内では、JIS X7100 シリーズとして策定が進められている。本研究では、原規格の ISO 191XX シリーズ、JIS X7100 シリーズ、JPGIS および JSIG2.0 を区別していない。なお、シリーズ内の標準を参照する時には、原規格でのシリーズ番号を用いている。

<sup>8</sup> 幾何形状に関するオブジェクト部品は、ISO 19107 (空間スキーマ) で提供されている。この標準では、現在の GIS では扱えないような高次元の幾何オブジェクトもオブジェクト部品として準備されている。

<sup>9</sup> 応用スキーマは ISO 19109 で標準化されていて、地理情報標準においては核となる標準である。この標準では、一般地物モデル (General Feature Model) という地物型のメタモデルを提供していて、UML によって応用スキーマを設計することを推奨している。なお、応用スキーマは、定義された各々の論議領域ごとに設計する。

ところで、考古学における応用スキーマには、碓井ら (2005) のグループとの共同研究で設計したものと、本研究に関連した研究で設計したものが存在する (藤本 2007)。両研究の応用スキーマの違いは主として遺跡空間に対する認識の違いで、この二つの応用スキーマは互いに矛盾している訳ではない。前者のモデルを調査成果の管理のためのモデルとし、後者のモデルを調査記録の管理のためのモデルとすれば、遺跡の本質的モデルは前者と後者を融合させたモデルとなり得る (碓井他, 2004)。この点に関してはまだ検討段階であるが、前者のモデル、後者のモデル、および本質的モデルが、相互のモデル間で情報を引き継ぐことができ、用途や目的に合ったモデルを選択して情報を活用できるように検討を進めている。特に日本考古学の場合、資料や時期、地域によって細分化が進んでいて、今後は細分化された分野ごとに標準化されたスキーマが必要とされるであろうが、地理情報標準に準拠して OOM を行い、モデルレベルでの調整を行うことで自律分散型の空間データベースの可能性が見えてくるし、同時に空間的な構造体としての遺跡空間を評価できるようになるであろう。

## 5. 遺跡情報モデルの実装

設計したモデルは、「オブジェクト指向 GIS」に実装する必要がある。前述の地理情報標準に準拠した応用スキーマは、実世界における現象をモデル化するには理想的であるが、同標準に準拠して設計したモデルを本質的なレベルで扱える汎用的な GIS アプリケーションは存在していない。

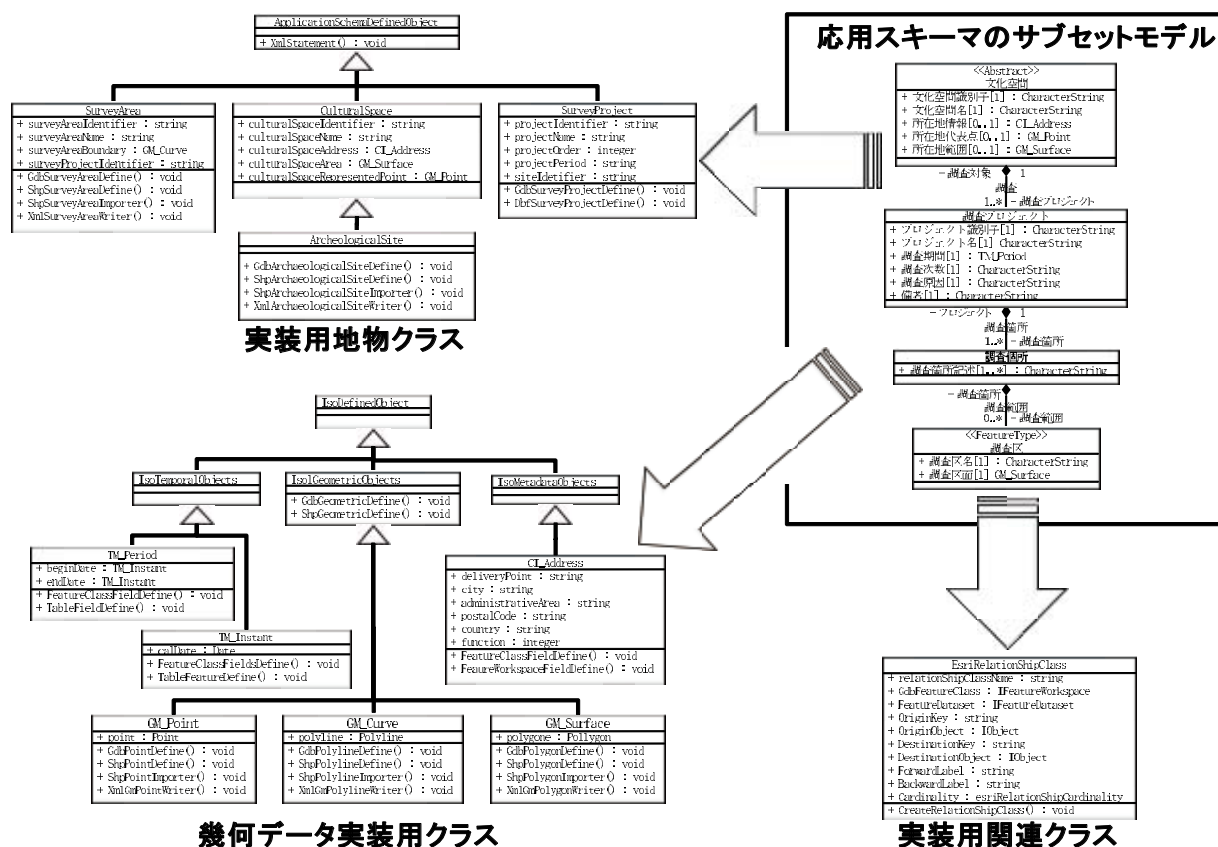


図 6 VB.NET のためのモデル変換の例  
 Fig. 6 Example of Model Converting for VB.NET

したがって、モデルを実装するためには、オリジナルのシステムを独自に組み上げるか、あるいは、既存の汎用型 GIS にモデル通りにデータを実装できる「仕組み」を組み込む必要がある。当然、前者の方法を用いた方が理想的なシステム的设计が可能であるが、GIS にとって重要となる空間分析メソッドや描画機能考えると、組み込み型の「仕組み」を考えた方が現実的である。したがって、本研究では、ESRI 社の ArcGIS<sup>10</sup> に遺跡モデルを実装する方法を検討する。

ArcGIS は、地理空間を表現するための基本コンポーネントをオブジェクト群として用意しているが、応用スキーマを実装するには不十分である。これらの問題に対する基本的な方法に関しては、碓井らの研究グループと共同で検討を行っ

た。検討内容は以下の四つについてである。すなわち、① GIS に実装するデータは、ArcGIS におけるジオデータベースに実装する、② 応用スキーマにおける「クラス」は ArcGIS における「フィーチャ・データセット」に実装する、③ 「関連」は ArcGIS が提供している「リレーションシップクラス」に実装する、④ モデルにおいて複数の幾何データを有するクラスについてはモデル変換を行う。ArcGIS において、フィーチャクラスと呼ばれる概念では、複数の幾何データを持つクラスや、データタイプがクラスの場合(入れ子になっている場合)に対応できないため、フィーチャ・データセット内にフィーチャクラスやテーブルを再定義する必要がある。このとき、モデル上においては、最初に設計した応用スキーマのモデルが部分的に変換されることになる(村尾ほか 2007)(図 5)。

本研究では、碓井らの研究グループとの共同の検討を踏まえ、応用スキーマに従ったジオデー

<sup>10</sup> ArcGIS は、現在最も普及しているオブジェクト指向 GIS で、ArcObjects と呼ばれるソフトウェアオブジェクト群で稼働している。

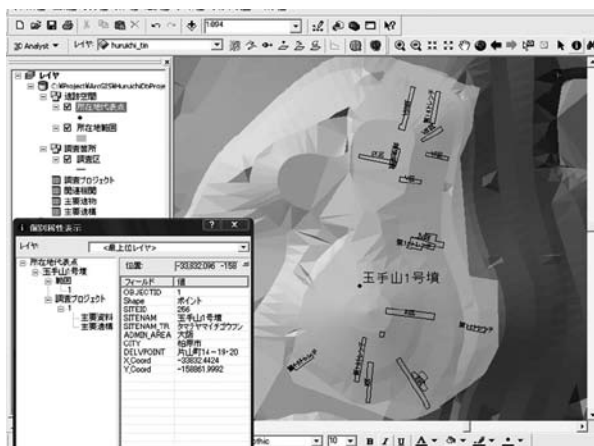


図7 サブセットモデルでの実装例

Fig. 7 Example of Implementation with Subset Model of Application Schema

データベースを自動的に構築するための外部プログラムを開発した。このプログラムは、シェープファイルのインポート/エクスポートしてジオデータベースに実装する機能、「符号化規則 (ISO 19118)」仕様のXMLドキュメント<sup>11</sup>のインポート/エクスポートを持つ。このプログラムは、VB.NETで作成しているため、ArcGISに実装するために変換した応用スキーマをさらに.NET環境下への実装モデルへとモデル変換して実装した。このプログラムでは、ArcObjectsが提供する各種クラスを参照していて、「空間スキーマ (ISO 19107)」の幾何オブジェクトについてはArcObjectsにおけるGeometryクラスを用いて実装し、UML上で表現された「強い集約」、「集約」については、ArcObjectsが提供しているRelationshipクラスを用いて実装を行った(図6)。

本研究において最も重要なことは、地理情報標準に準拠した応用スキーマを設計することで構造としての現象をGIS上で扱えるようになったことである。また、本研究で開発したモデル実装化プログラムのXMLドキュメントの入出力機能は、特定のGISアプリケーションに依存せずにデータ作成やデータ管理を実現できるという点で特筆すべき点である。これは、現在事実上の主流となっているGISの標準フォーマットのシェープファイルや、CADにおけるDXFフォーマット

<sup>11</sup> 符号化規則では応用スキーマで表されたクラスのインスタンス化規則を提供する。インスタンス化規則に関しては、Open Geospatial Consortium Inc. のGML (ISO 19136) も存在する。

トとは異なり、構造を維持した状態でファイル交換を可能とすることを意味する。

本研究では、応用スキーマとして設計したモデルをArcGISに実装することに成功した(図7)。確かに、ArcGISはオブジェクト指向としての「振る舞い」が可能であったのでモデルの実装化が簡略化することができたが、ArcGISが提供するジオデータベースは至って標準的なリレーショナルデータベースで、パーソナルジオデータベースの場合にはMS-AccessのMDB形式を採用している。したがって、この方法はリレーショナルデータベースに対応している他のGISにおいてもモデルの実装化が実現できることを意味する。

## 6. おわりに

本研究では、文化情報学研究として「応用分野」と「参考分野」という概念を用いた。文化情報学を学際分野あるいは学融合分野として位置づけるのであれば、この概念は非常に重要である。その理由は、「応用分野と参考分野」という言葉を用いた時点で、「新技術や新理論の追及よりも最適な手法の探究に対して重要性を置くこと」を意味しているからである。最初に述べたように、文化現象と呼ばれるものは実世界には実体としては存在していない。それゆえに、文化現象を直接的に扱う分野には、考古学、歴史学、文献資料学、美術史学、人類学、地理学、音楽学、さらには経済学や政治学といった分野などがある。これらの分野では、主として「新しい解釈」が要求がされ、それぞれの分野ごとに文化現象に対する認識や、解明すべき文化意義が異なる。文化情報学が基盤に置こうとしている、情報学、理学、工学といった分野は、実世界における様々な技術的問題に対して有効となる「最新技術」の開発や、「新しい発見」が要求され、これらの学問分野では星の数ほどの技術が存在している。文化情報学が総合的な学問分野としての方向性を求めるのであれば、文化現象に対する「解釈」が多様である分野を「応用分野」とし、豊富な「技術」を持つ分野を「参考分野」とした研究スタイルを定着するべきであろう。

本研究の場合は、「考古学」が「応用分野」であり、「参考分野」が「地理学」と「情報学」である。文化現象の研究における一連のプロセスで見ると、情報構築の段階に関わる研究である。



本研究は、「考古学」から見ると「文化現象」に関する一切の解釈を行っていない研究であるし、地理学における GIS 研究として、「オブジェクト指向 GIS」の導入することというのは大きな意味を持たない。情報学におけるオブジェクト指向というのは、もはや最新の技術では無い。ただ、文化情報学として、考古学研究の支援のための基盤研究として大きな意味を持っている。空間的な側面から歴史的文化意義を追及することの多い考古学にとって、不足しているのが「空間的な構造」からの視点であって、そのためには「空間的な構造」というものを空間データベースとして構築し、実装するということが意味がある。そこに重要な技術として、本研究で取り上げたのが GIS であり OOM であった。

本研究では、こうした考えの下で考古学研究を支援に大きく関わる研究を行ったが、本研究を通して研究内容としての意義だけでなく、文化情報学研究の方向性を見出せたと考えている。

## 謝 辞

本研究では、考古学的な問題や空間分析の意義について京都大学大学院文学研究科の泉拓良教授に貴重な意見を頂いた。また、GIS については奈良大学文学部の碓井照子教授に、情報学については日本 IBM の村尾吉章氏に貴重な意見を頂いた。最後ではあるが、ここで謝意を表したい。

なお、本研究では科学研究費補助金（基盤研究（A））「近畿における大型古墳群の基礎的研究」における成果の一部を用いている。

## 文 献

- Burrough, P.A. (1986), *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Clarendon Press. (安仁屋政武・佐藤亮訳 (1990). 『地理情報システムの原理 土地資源評価への応用』, 古今書院).
- Hodder, I. & Orton, C. (1976). *Spatial Analysis in Archaeology*. Cambridge University Press.
- ISO/IEC 19501 (2005). *Unified Modeling Language Specification Version 1.4.2*. formal/05-04-01, Object Management Group.
- Portele, C. (Eds.) (2007). *Open GIS(R) Geography Markup Language (GML) Encoding Standard*, OGC 07-036/Version 3.2.1, Open Geospatial Consortium Inc.

- Tobler, W. (1993). *Three presentation on geographical analysis and modeling*. Technical Report 93-1. National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, SantaBarbara.
- 伊藤敦史・山口欧志 (2005). 弥生遺跡の GIS 解析 - 京都府南部地域の事例から -, 『世界の歴史空間を読む - GIS を用いた文化・文明研究 -』, 257-272, 国際日本文化研究センター
- 碓井照子 (1995). GIS 研究の系譜と位相空間概念, 『人文地理』 45-6, 42-64,
- 碓井照子 (2003). GIS 革命と地理学 - オブジェクト指向 GIS と地理学的方法論 -, 『地理学評論』, 76-10, 687-702, 日本地理学会
- 碓井照子・村尾吉章・森本晋・清水啓司・野田卓 (2004). 地理情報標準に準拠した UML による遺跡のモデル化と一般地物モデル, 『地理情報システム学会講演論文集』, Vol.13/2005
- 金田明大・津村宏臣・新納泉 (2001). 『考古学のための GIS 入門』, 古今書院
- 近藤廉久 (2007). 移動コスト計算の再検討 - 伊豆・こうつしま神津島における GPS フィールド歩行実験計画 -, 『日本情報考古学会講演論文集』, pp.73-82, Vol4/2007, 日本情報考古学会
- 地理情報標準推進委員会・国土交通省・国土地理院 (2002). I 空間スキーマ, 『地理情報標準第二版 (JSGI 2.0)』, 国土地理院技術資料 A・1-No.257
- 地理情報標準推進委員会・国土交通省・国土地理院 (2002). II 時間スキーマ, 『地理情報標準第二版 (JSGI 2.0)』, 国土地理院技術資料 A・1-No.257
- 地理情報標準推進委員会・国土交通省・国土地理院 (2002). III 応用スキーマ, 『地理情報標準第二版 (JSGI 2.0)』, 国土地理院技術資料 A・1-No.257
- 地理情報標準推進委員会・国土交通省・国土地理院 (2002). XI 符号化, 『地理情報標準第二版 (JSGI 2.0)』, 国土地理院技術資料 A・1-No.257
- 国土交通省国土地理院 (2005). 『地理情報標準プロファイル Japan Profile for Geographic Information Standards (JPGIS) Ver.1.0』, 国土地理院技術資料 A・1-No.304
- 津村宏臣 (2005). 空間統計学的手法による縄文時代のエコシステムの解説, 『世界の歴史空間を読む - GIS を用いた文化・文明研究 -』, 257-272, 国際日本文化研究センター
- 野上道夫・岡部篤行・貞広幸雄・隈元崇・西川治 (2001). 『地理情報学入門』, 1-4, 東京大学出版会
- 長谷川均 (1998). 『リモートセンシングデータ解析の基礎 The ABCs of RS』, 20-28, 古今書院
- 藤本悠 (2006). 『考古学における次世代型情報取得・情報構築』, (修士論文)
- 藤本悠 (2007). 文化情報学的視点による考古学情報のモデル化 - 考古学情報への文化情報学的ア

ブローチー, 『日本情報考古学会講演論文集』,  
pp.1-6, Vol.4/2007, 日本情報考古学会  
藤本悠・村尾吉章・碓井照子 (2007). 文化情報学に  
おける文化情報構築手法と地理情報標準拠の応  
用スキーマ-考古学のための業務志向型文化情報  
スキーマの設計と実装-, 『地理情報システム学  
会講演論文集』, Vol.15/2007  
松本剛 (2007). 考古学理論史における GIS の位置づ

けと今後の展望-アメリカ考古学の視点から-,  
『日本情報考古学会講演論文集』, 73-82, Vol4/2007,  
日本情報考古学会  
村尾吉章・碓井照子・森本晋・清水啓治・藤本悠, 森  
翔太 (2007). 遺構情報モデルを対象とした地理  
情報標準応用スキーマの実装, 『地理情報システ  
ム学会講演論文集』, Vol.15/2007