

ITMA による文化情報学研究

藤本 悠

同志社大学大学院 文化情報学研究科

文化情報学研究における新しい方法論として理想型モデル化分析法 (ITMA: Ideal Type Modeling and Analysis) を考案した。この方法論は、情報モデリングを通して個々の研究者の理想像をモデル化し、そのモデル構造を用いて文化現象を分析するための一連の方法を規定する。本稿では、ITMA という新しい方法論について紹介すると同時に、同手法を通じて文化情報学の方向性を明らかにしたい。

Study of Culture and Information Science with ITMA

Yu Fujimoto

Graduate School of Culture and Information Science, Doshisha University

I formulated the new methodology, *ITMA (Ideal Type Modeling and Analysis)*, for the study of *Culture and Information Science*. This methodology uses technique of *Information Modeling* and model the individual ideal value of each scholar, and provides the series of methods for analyzing cultural phenomena with using structure of the model. In this paper, I introduce this methodology, and aim to clarify the direction to *Culture and Information Science* with this methodology.

1. はじめに

近年の情報通信技術(ICT: Information and Communication Technology)の発達は、文化現象研究にも大きな影響を与えている。経済学や社会学といった分野では、コンピュータを用いた統計分析やシミュレーションが一般的になりつつあるし、考古学においても地理空間情報システム(GIS: Geospatial Information System)の導入が進むなど、この傾向は益々強くなりつつある。しかしながら、これらの手法は、特定の条件下の限定された現象を推測することには長けていても、文化現象の全容を把握する手法としては必ずしも有効な方法とは言えない。文化現象は自然現象と異なり、法則に従って発生するのではなく、不明瞭な集合体として存在しているにすぎない。また、文化現象は最初から現象として存在しているのではなく、研究者が何かに注目し、それを文化的なものとして認識した瞬間に現象となる[9]。それゆえに、研究者の理想像を無視した分析や客観論には意味が無いし、そのような考え方で安易にコンピュータを頼るべきではない。文化現象の全容をとらえるためには、伝統的な文化現象研究に立ち返ることも重要である。

文化現象研究の方法や考え方を整理することは、文化情報学という新しい分野の方向性を見出す上でも重要である。「コンピュータを用いた文化現象研究」などという単純な方向性では何も生み出さない。文化情報学が一つの学問分野として成立するためには、文化現象の特徴を情報という視点から整理した上で、独自の方法論を組み立てるべきである。

本稿で紹介する理想型モデル化分析法(ITMA: Ideal Type Modeling and Analysis) [10] は、このような考えの下で考案したものである。本稿においては、伝統的な文化現象研究の方法を整理し、本質的な問題点を明らかにした上で ITMA という方法論について説明することにする。

2. 文化現象研究の方法と方向性

2-1. 文化情報学における用語の整理

文化情報学は、非常に多岐に渡る分野から成る学際分野で、歴史学や美学といった文系分野と、理学や工学といった理系分野が混在している。このように複数の分野から構成される学際分野では、同じ用語を用いても実際には全く異なる意味を持つことが多々ある。これらの分野に共通した万能な用語の定義は非常に困難である。そのため、本研究においては、重要となる用語を暫定的に定義することにする。

まず、文化情報学における「文化」に関わる用語を定義する。根本的な問題として「文化現象」という用語が何を意味するか、不明な点が多い。本研究では、この用語を「自然現象」に対する言葉として用いることにする。したがって、社会現象や経済現象などといった人間活動に関わる現象は「文化現象」の一種とする。また、自然現象によって生成された事象を「自然」とし、文化現象を通して位置づけられた事象を「文化」とみなす。この二つの用語は、「現象」を通してインスタンス化されたオブジェクトである。文化現象と自然現象の研究には、客観的な方法を通して行う「科学的」なアプローチと、主観的な方法を通して行う「経験的」

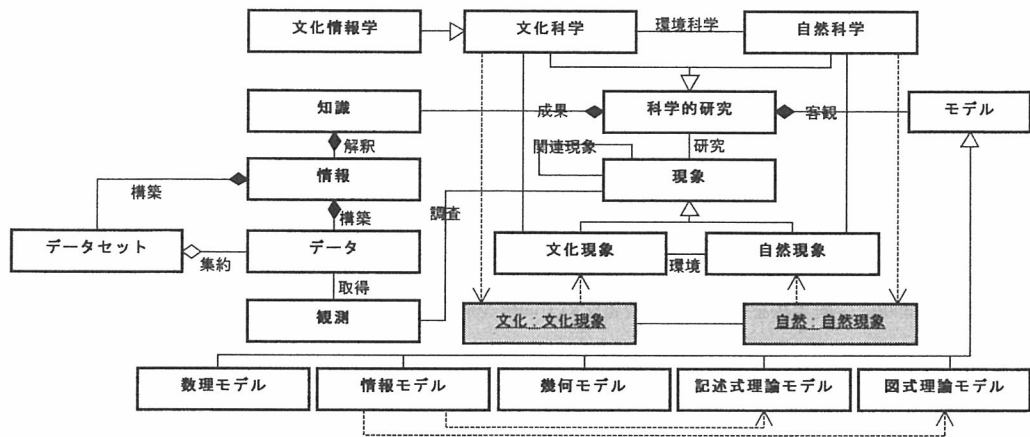


図1. 文化情報学における用語の定義

なアプローチが存在する。本研究においては、両アプローチを総じて「文化現象研究」、「自然現象研究」という言葉を用いることにし、「科学的」なアプローチに限定した分野を「文化科学」、「自然科学」とする。「客観」という言葉は、性質上の違いから二種類に分ける必要がある。一つ目は、主観的な理念像を論理的に説明することを「客観」とするもので、二つ目は、再現可能な手法を用いることを「客観」とするものである。主として、文化科学の多くは前者の「客観」を用い、自然科学は後者の「客観」を用いることが多い。両者は、同じ用語を用いていても意図することが異なるため、本研究においては前者を「本質的客観性」、後者を「手法的客観性」と呼んで区別することにする。なお、「文化科学」という用語については Rickert, H が既に用いているが [3]、今後は、現状を踏まえて整理する必要があるだろう。

次に、文化情報学における「情報」を定義する。まず、観測によって得ることができるものを「データ」とする。データは、取得あるいは記録され、最終的に処理の対象となる。また、データの集合を「データセット」とする。次に、データを意味的なまとまりとして設計し、構築したものを「情報」とする。情報に対して何らかの解釈や予測が加えられたものを「知識」とする。

最後に、「モデル」という用語について定義を行う。モデルという用語は様々な分野で用いられているため、何を意味するかを全て把握することは非常に困難である。したがって、本研究では大きく5種類に分けることにする。一つ目は、統計やシミュレーションなど数式によって表現されたモデルである。この種のモデルを「数理モデル」とする。二つ目は、UMLなどのモデル化言語によって表現されたもので、この種のモデルを「情報モデル」とする。三つ目は、

VR や CAD といった技術で用いられる幾何的なモデルで、これを「幾何モデル」とする。四つ目のモデルは、地理学における中心地理論や農業立地論など [12]、図絵によるモデルである。この種のモデルには適当な用語がないため暫定的に「図式理論モデル」とする。最後は、Weber, M の理念型 [5] など、文章を通して表現するモデルで、これも暫定的に「記述式理論モデル」としておく。

これらの用語の定義の概要を UML クラス図で表したものを図1に示す。

2-2. 文化現象研究の特徴

文化現象と自然現象は様々な点において根本的に異なっている。自然現象が物理的な法則にしたがって引き起こされるのに対し、文化現象は人々の精神的な行為の妥協の結果として現れる。これは、文化現象には連続的な階層性が存在するとは限らない、ということ意味する。したがって、小規模の人間集団によって引き起こされた文化現象を総合しても、世界規模の文化現象として現れたものとは一致しない。また、その逆も成り立たず、世界規模の文化現象としてとらえられたものを、小規模集団のそれに当てはめようとしても当てはまらない。そのため、文化現象研究の多くは、より実態的な文化現象を解明するために、観察対象をマイクロ・スケールに絞らざるを得なくなるし、研究対象も細分化せざるを得なくなる。

このような文化現象の特徴から、文化現象研究では、文化現象の法則性の追求よりも事実確認が優先される。文化科学における「モデル」は、法則性を見出すためのものではなく、特定の現象へのアプローチの方向性を定めるために用いる。したがって、全ての現象に妥当する万能なモデルを組み立てることに大きな意味を持たない。文化現象研究においては、対象となる

現象の選択とその観測スケールを定める方法が重要となる。一方、自然現象研究の場合は法則性を見出すことが目的であるため、「モデル」は対象とする現象を説明するための手段として成立する。文化科学における「客観」と自然科学における「客観」が意味を異にする理由は、このような研究の立ち位置の違いにある。文化科学の多くが現象の定義において客観性を追及するのに対し、自然科学は現象の仕組みを説明する過程において客観性を重視する。このような考え方の違いから、文化科学の多くは客観的モデルを組み立てるために図式理論モデルや記述式理論モデルで満足し、自然科学では数理モデルのような人為を排除したモデル化の方法を必要としてきた。このように考えると、数値計算を得手とするコンピュータの導入に関し、自然科学研究が先行したのは当然と言える。

このように文化現象研究の特徴について整理していくと、文化科学研究にはコンピュータが不必要なように見えるが、そうではない。現代はグローバル化が急激に進んでいて、ミクロ・スケールとマクロ・スケールの両側面で観察した文化現象から、社会問題に取り組む必要がある。しかし、前述したように、ミクロ・スケールの文化現象を集めても、全体としての文化現象を見出すこと困難である。また、文化現象研究は個々の研究者の認識限界や哲学的な考え方の違いが大きく影響するため、一人の研究者が完結した研究をする必要がある。この問題を解決するためにはコンピュータを用いざるを得ない。一人の研究者が自分の頭では整理できないほどの複雑な情報を体系的に整理したり、他の研究者が構築した情報や知識を相互利用するためにコンピュータを必要とするのである。

文化科学には、このような伝統的な方法を適用できるような研究分野が必要で、これを担うことが文化情報学の重要なテーマと言える。

3. ITMAの有効性

3-1. ITMAにおける基本的考え方

文化科学へのコンピュータの適用を考えた場合、個々の研究者が思惟する理念像を明確化することは最も重要な課題の一つである。ITMAは、この問題に対する一つの可能性である。本節では、この方法論における基本的な考え方を明らかにする。

文化現象研究を行う研究者は、例外なく、対象とする現象に対して何らかの理念像を持っていて、調査を通して獲得したデータをその理念像に従って整理し、情報化し、最終的に解釈を導出する。文化科学研究においては、伝統的に理念像を矛盾の無い論理構造とし、これを記述式理論モデルとして表してきた。文化科学研究では潜在的に世界認識のためのモデル化と、データ整理のためのモデル化を行ってきたのであ

る。しかし、文章として記述したモデルでは、研究者が当初に思惟した理念像を明示的には表現できないし、調査を通して獲得したデータを整理する方法としては不完全である。

これに対して有効な手段となるのが、「情報モデル」である。情報モデルには重要な点が三つある。第一に、限られた文法しか持たないゆえに微細な感情表現を排除することができる点、第二に、データタイプという考えを準備することによってデータの種類を区別できる点、そして、第三の特徴が、直接的にデータベースの設計ができる点である。情報モデルを用いることで人とコンピュータの双方が理解可能なモデルを設計できる。将来的にコンピュータを用いた文化現象研究が主流となるのであれば、情報モデルは記述式理論モデルに代替し得る。このように、情報モデルによって理念像をモデル化したものを「理念型モデル(Ideal Type Model)」と呼ぶことにする。

情報モデルを用いるためには、いくつかの問題を解決しなければならない。「現象」を定義したメタモデルの存在、「時間」と「空間」を扱うためのオブジェクトタイプの準備、モデルを描画するためのモデル化言語の選択、といった問題である。これらの設計には多くの手間とコストを要するため、個人レベルでこれらを準備することは困難である。しかし、これらの問題は GIS の国際的業界標準、『地理情報標準(ISO 19100 シリーズ)』[6]を用いることで解決できるため、現状では同標準を準じて理念型モデルを設計することが現実的である。

理念型モデルを構築することは文化現象を分析する上でも有効である。文化現象は、研究者の理念像によって認識されるため、必ずしもその理念像通りに現象を情報化できない。しかし、この性質を逆に利用することで、新しい分析方法の可能性を生み出す。理念像を理念型モデルとして設計した場合、設計上は準備されているに関わらず、実際の現象には一部が欠落している場合や、ある部分が極端に少なく現れる場合、逆に極端に強く現れる場合などが生じる。このような、実態と認識との解離性を通して現象間の類似性を評価することができる。また、理念型モデルを用いることで、異なる時間軸を通して変遷する文化現象や、厳密な年代を特定することができない過去の現象を時間位相によって分析することも可能となる。地理情報標準に準じて理念型モデルを構築すると、時間位相という概念を用いて時間位相ネットワークを構築できる。時間位相ネットワークを構築することで、異なる時間軸を通してイベント間の関係の重要性を見出すことができる。

このように、ITMA は情報モデルによる理念像のモデル化と、そのモデル構造から文化現象を分析するための一連の方法を提供する。

3-2. ITMA における形質構造分析

理念型モデルをインスタンス化した際に現れた差異を検出し、分析する方法が「形質構造分析」である。この分析では、インスタンス化した際に現れる現象間の差異を距離として表し、その距離から現象間の関係を系統樹あるいは系統ネットワークを構築する。この分析方法は、分子進化遺伝学における系統樹作成法をヒントにしたものである。分子進化遺伝学では、DNA や RNA の配列を個体ごとに比較し、「置換」、「欠失」、「挿入」、「逆位」という四種類の座位の変化から形質的变化をとらえる[8]。文化現象間の差異が、遺伝子のように形質間の差異としてとらえることができるのであれば、同様の方法を用いることができる。ITMA における「形質構造分析」では、遺伝子の座位の代わりにクラス名を用いる。クラス名を用いてインスタンス化の有無を検出することで、置換と欠失の検出が可能となる。

ここでは、具体的な方法について、古墳時代の横穴石室研究を例に説明する[11]。横穴石室の場合、地域や時代によって物理的な内部構造が異なる。ある地域では、羨道と玄室の間に玄門と呼ばれる構造物を配し、ある地域では平な天井を用いるが別の地域ではドーム状の天井を用いる。また、玄室内に棺を設置する地域があれば、設置しない地域もある。時間的な差異から、「室」ではなく「槨」を主体部とするかもしれない。このように、考え得るあらゆる可能性を矛盾なく組み立てて理念型モデルを構築し、このモデルをスキーマとしたデータベースを構築する。

理念型モデルをデータベース化できれば、あとは処理の問題である。まず、欠失の検出項目となるクラス名のリストを参照し、そのクラスのインスタンス化が可能ならば「1」とし、不可能であれば「0」とする。置換に関しては、UML クラス図における汎化を検出し、どの特化クラスがインスタンス化されたかを検出する。このとき、特化クラスの数だけ桁を準備し、「1」と「0」の組み合わせで表現する。XML で符号化した場合、これらは「タグ」の欠失として現れ、容易に検出できる。次に、このようにして作成したバイナリ行列を総当たりで比較し、現象間の距離を対象行列として作成する(図 2)。そして、最後にこの対象行列から系統樹や系統ネットワークを作成する[7](図 3)。

この事例では、最もシンプルな方法を示したが、個体間の関係をより適切に表現する方法として最大節約法や、Neighbor Net [1] といった手法も存在している(図 4 および図 5)。また、複数の系統樹を合成する技術として Consensus Network や、Super Network といったものも存在する[2]。また、この事例ではクラスごとにウ

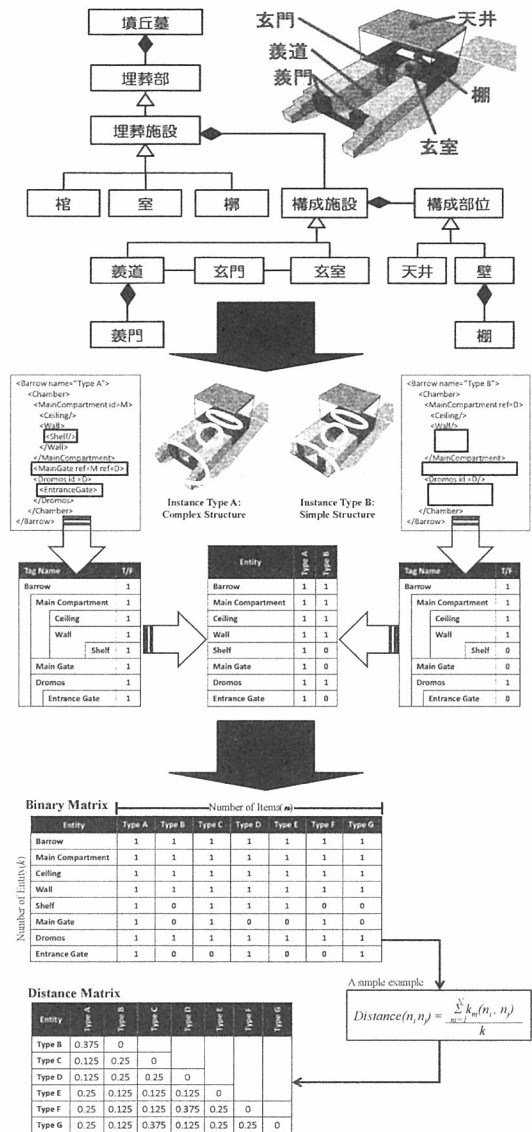


図 2. 系統樹の作成手順

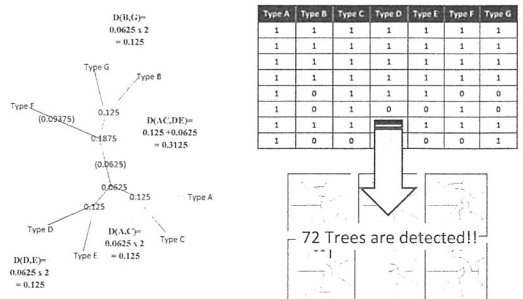


図 3. 得られた系統樹

図 4. 最大節約法の例

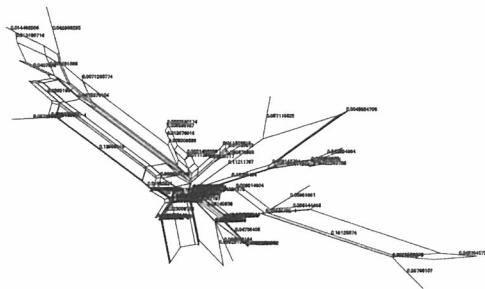


図 5. Neighbor Net による系統ネットワーク
(旧播磨国での実験例)

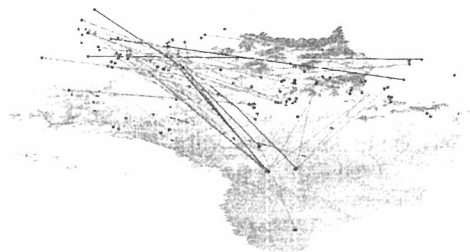


図 6. 系統樹の地理空間への投影
(旧播磨国での実験例)

エイトは割り当てていないが、XML で符号化した場合に階層の深さに合わせて重みづけを与えたり、バイナリ行列から対象行列を作成する際にウェイトを加えた計算式を用いることも可能である。

生物地理学などでは、系統樹を GIS 上にマッピングすることもあり、そのようなツールを用いることで系統距離と地理空間距離の関係を分析することもできる(図 6) [13]。

3-3. ITMA における時間位相分析

理念型モデルにおいて定義された時系列的の序列関係(時間位相)から歴史的イベントの重要性を評価するのが「時間位相分析」である。歴史的な文化現象の研究では、複雑に絡み合ったイベント間の関係から歴史的な意義を見出す。このとき、秒単位での経過は考慮せず序列のみが重要となり、異なる時間軸で作用しているイベントを総合的に評価する。理念型モデルでは、このようなイベント間の関係を時間位相としてモデル化し、その構造を用いて分析を行う。

時間位相分析では、時間位相ネットワークを SNA(Social Network Analysis: 社会ネットワーク分析)を用いて分析する。SNA には、多くの分析手法が存在するが、シンプルな方法に「ネットワーク中心性」の評価がある。この方法は、ネットワーク上における結節点同士がどの程度のつながりを持っているかを評価する方法で、接続次数中心性や介在中心性を通して結節点の重要性を算出する。計算方法は単純で、各結節点に

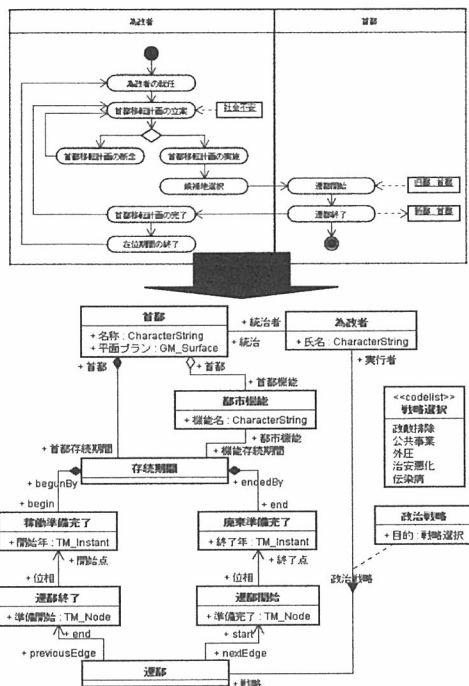


図 7. 古代都市の変遷に関する理念型モデル

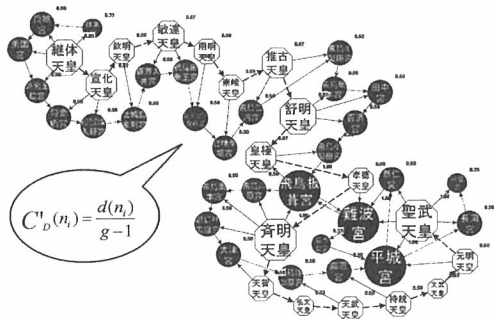


図 8. 天皇と遷都の時間位相分析(次数中心性)

における中心性を以下の式によって算出し、その結果を標準化する[4]。

・次数中心性の場合：

$$C'_D(n_i) = \frac{d(n_i)}{g-1}$$

g : グループサイズ, $d(n_i)$: 接続数, $C'_D(n_i)$: 中心性

・介在中心性の場合：

$$C'_B(n_i) = \sum_{j < k} g_{jk}(n_i) / g_{jk}$$

$g_{jk}(n_i)$: 結節点を通過する最短ルート, $C'_B(n_i)$: 介在性

時間位相分析は、古代都市の遷都で考えると理解しやすい。まず、遷都という現象の重要性が政治的判断と、立地という二種類の時間軸か



図9. 地理空間上での時間の表現例

ら説明できたと仮定する。この仮説を基に UML アクティビティ図などでイベント間関係を整理し、オブジェクト間の関係や時間位相の関係を地理情報標準にしたがってモデル化する(図 7)。次に、このモデルに従ってデータを実装し、インスタンス同士の時間位相関係から時間位相ネットワークを構築する。最後に、接続次数や介在性を計算し、中心性評価を行う(図 8)。SNA ソフトウェアは多く存在し、時間位相ネットワークを可視化する場合にはこれらを使用することができる[14]。

この例では、天皇と都の関係だけに焦点を当てたが、政変や外交、飢饉や環境変化といった時間軸を設定することで、より複雑な分析を行うことも可能である。しかし、時間位相ネットワークを地理空間に投影する方法に関しては検討が必要である。時間を地理空間上で表現するにはアニメーションや、時間軸を標高(Z 軸)方向に取ることで期間や遷移といったことは表現できる(図 9)、時間軸が複数存在する時間位相ネットワークを表現することは困難である。

4. おわりに

本稿では、文化情報学という立場から文化現象研究の方法を整理し、さらに文化科学の方法論として ITMA を紹介した。ITMA で用いている種々の技術は、決して斬新なものでは無いが、文化科学の方法論と情報科学の理論や手法とを融合させたことが最も重要なことである。自然科学が、実験を通して仮説を証明するために数理的なデータ処理を必要とするのと同様に、文化科学は、情報整理を通して解釈を導出する技術を必要とする。1990 年代以降、モデル化言語を始めとする様々な情報整理方法が実用化され、ようやく文化科学は情報科学と融合する機会を得た。文化情報学という分野が文化科学の一分野として担うべきことは、単に新しい分析手法を開発することではなく、文化科学の方法論を情報という視点から組み立てることで、そのような方向性が次世代の文化科学を洗練していくことになる。ITMA という方法論は、そのような意味で先進的かつ新しい方法である。

しかしながら、ITMA が未熟な段階にあることは否めない。ITMA を文化科学の方法として確立するためには、分析法の改良などの技術的な問題を克服する必要があるし、分析結果から有効な解釈を生み出すための具体的な方法も開発しなければならない。また、より実践的な研究を通して ITMA の有効性を実際に試すことも重要である。これら山積する問題を一つずつ解決していくことが今後の課題である。

参考文献

- [1] Huson, D.H., Bryant, D. : *Application of Phylogenetic Networks in Evolutionary Studies*, Molecular Biology and Evolution, 23(2), pp.254-267, 2006.
- [2] Huson, D. H., Dezulian, T., Klopfer, T., & Steel, M. A.: *Phylogenetic Super-Networks from Partial Trees*, IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics, Vol.1, No.4, pp.151-158, IEEE CS, CI and EMB Societies & the ACM, 2004.
- [3] Rickert, H. : *Kulturwissenschaft und Naturwissenschaft*, 1898. (佐竹哲雄, 豊川昇(訳): 『文化科学と自然科学』, 岩波文庫, 1939.)
- [4] Wasserman, S., Faust, K.: *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge University Press, 1994.
- [5] Weber, M. : *Die "Objektivität" sozialwissenschaftlicher und sozialpolitischer Erkenntnis*, 1904. (祇園寺信彦, 祇園寺則夫(訳): 『社会科学の方法』, 講談社学術文庫, 1994.)
- [6] 地理情報標準推進委員会・国土交通省・国土地理院: 『地理情報標準第二版』, 国土地理院技術資料 A・1・No.257. 国土地理院, 2002.
- [7] 日本生化学会(編): 『新生物化学実験講座 16 分子進化実験法』, 東京化学同人, 1993.
- [8] 根井正利: 『分子進化遺伝学 Molecular Evolutionary Genetics』, 倍風館, 1990.
- [9] 藤本悠: 学際研究としての文化情報学研究-考古学における遺跡情報モデリングとその実装-, 文化情報学, 第3巻 第1号, pp.15-24, 同志社大学文化情報学会, 2008.
- [10] 藤本悠: 地理情報標準応用スキーマ設計手法を用いた文化情報学的研究, 地理情報システム学会講演論文集(CD-ROM), vol.17, 2008.
- [11] 藤本悠: 文化現象研究における OOGIS 理論の有効性-考古学における古墳時代研究での実践的検討, 情報処理学会研究報告, 2008-CH-78, 2008.
- [12] 松原宏(編著): 『立地論入門』, 古今書院, 2003.
- [13] GeoPhyloBuilder:
https://www.nescent.org/wg_EvoViz/Software
- [14] Yed Graph Editor: <http://www.yworks.com/>