

特集 「歴史知識学」

三次元時空間モデルとその展開

—歴史知識を構築するために—

Three-Dimensional Spatiotemporal Model and Its Application to Analysis of Research Resources —Toward Constructing Historical Knowledge—

久保 正敏
Masatoshi Kubo

国立民族学博物館
National Museum of Ethnology.
kubom@idc.minpaku.ac.jp, <http://www.minpaku.ac.jp/staff/kubo/>

原 正一郎
Shoichiro Hara

京都大学地域研究統合情報センター
Center for Integrated Area Studies, Kyoto University.
shara@cias.kyoto-u.ac.jp, <http://www.cias.kyoto-u.ac.jp/index.php/hara>

関野 樹
Tatsuki Sekino

総合地球環境学研究所
Research Institute for Humanity and Nature.
sekino@chikyu.ac.jp, <http://www.chikyu.ac.jp/sekino>

Keywords: spatiotemporal model, visualization tool, resource sharing, GIS, chronological table, cychronicle (cyclic chronicle), HuMap, HuTime.

1. 歴史知識学へのアプローチ

まず、本稿では「データ」と「情報」の区別を避けたことをお断りしておく。なぜなら、論者によってそれぞれの定義が異なるからであり、例えば梅棹忠夫の情報論では、人が何らかの価値を得ることのできるものはすべて情報であるから、世界は情報に満ちている（汎情報論）とする [梅棹 88]。これにならって本稿では、外在するものを情報と呼ぶこととして論を進めたい。

さて、歴史とは過去に生じた出来事に筋道を与えて記述したものであり、その材料が史料と呼ばれる情報群である。史料に基づき経験的な事与としての事実のみに根拠を求める実証史学の立場は、その後アナル学派による社会学的研究手法を取り入れ、文字言語のみに限らない多様な史料を対象とするように拡張されてきた。そこには、その後のポスト構造主義の論調で表明されたような、事実の記述における言語中心主義への批判、などへの対応も含まれている。さらにいえば、記述されたさまざまな事実についても、その記述者の解釈や記述手法・精度に幅があるから個々の情報に絶対性はない、との認識も広まったようだ。

だとすれば、歴史知識とは何であろうか。知識とは、確実な根拠に基づいた情報の間の関係性、すなわち、情報間の意味を総体的に蓄積したものと考えられる。しかし、歴史情報を相対化するならば、その関係性もまた相対化され、絶対的・普遍的な知識はあり得ないことにな

る。言い換えれば、ある集団がその根拠も含め納得し共有した意味の世界が体系化され再利用可能となったものが、その集団における歴史知識—その集団の歴史観に基づく歴史認識と呼ぶべきか—と呼ばれるのかもしれない。

このように、歴史知識を相対的な解釈の世界に置くとするなら、歴史知識学とは、歴史を記述するための材料—歴史情報—を蓄積・提示すると同時に、歴史的な出来事=事象（確率論でいう事象ではない）間の関係性に関する仮説群を設定し、ほかの情報と突き合わせながらそれらを検証して知識の一例として表現し、蓄積する手法を研究する学問である、と考えたい。

ここでは、すべての事象は、時空間スペースにおいて、時間、空間の両者についてある広がりをもった領域を占めると考える。こうすることで、歴史的な出来事だけでなく、ある状態の継続も事象と考えることができ、歴史情報を幅広く記述することができる。逆にいえば、事象に関する記述は、時間、空間の領域を定義域として伴っており、例えば、「世界の恐慌」と「日本の恐慌」の記述は、それぞれ異なった時空間領域を定義域とするはずである。

さて、事象間に筋道を見いだすには、事象が記述された情報群を時空間座標系内に置いて、さまざまな角度からそれらの間の関係を見いだすためのツールが提供され、それが、さまざまな研究分野の研究者と共有できることが望ましい。なぜなら、どのような研究分野も細分化と差異化の歴史からは逃れられず、互いの相互理解をはばむような分野固有の意味世界、すなわち分野固有の

知識体系をつくり上げてきたうえに、事象を捉える視界の相違も大きいからである。

例えば、久保の在職する国立民族学博物館は文化人類学・民族学の研究センターであるが、この研究分野はミクロナ個人生活に注目するところから出発して、彼または彼女を取り巻く文化、社会を理解しようと試みる研究手法をとる。これに対して、社会学、経済学、地理学などでは、事象をマクロで捉えて記述した情報を対象とし、しばしば人間をマスとしてしか捉えない。こうした研究スタンスの差異に縛られてか、ミクロナ研究とマクロな研究は必ずしも相補的に行われてこなかった。

しかし、事象を総合的に理解しようとするならば、各研究分野固有の対象領域や知識体系の枠組みを越え、視界の差異も乗り越える必要がある。なぜなら、歴史事象は、さまざまなレベルの事象が相互に関係しあうダイナミズムの中でこそ理解できるからである。例えば、久保のフィールドであるオーストラリア・アボリジニの社会・文化を見ても、19世紀後半から対アボリジニ保護隔離政策が適用され始めた要因の一つには、降雨量減少のため水場が減少した結果、白人入植者とアボリジニの接触と衝突の機会が増えたことがある。また同時期の本国英国での人道主義の流れや、当時脚光を浴びていた生物進化論が、保護隔離政策の一環として20世紀に入ってから採用された混血児隔離政策につながった。このような、個々の事象が相互に関係しあうダイナミズムは、個別コミュニティのミクロナ調査だけでは捉え難く、気象学、政治学、社会学など、多様な研究分野で蓄積された事象に関する情報を時間的・空間的に分析して総合し、事象間の因果関係など、自明ではない種々の相関関係を発見しない限り、理解することが難しい。

各研究分野の研究者が集積した情報＝研究資源の間には、用語表記や視界に差異があると同時に、対象とするテーマにも差異がある。これらを一つのプラットフォームのもとに集めてデータベース化やアーカイブ化して共有し、他分野の研究者がさまざまな観点から分析すれば、分野や関心を越えて、新たな関係性の発見につながる可能性がある。こうした発想から、歴史事象を次のような「ミクロ-マクロ往還型アーカイブズ」として蓄積し、「三次元時空間モデル」で発見や解釈を支援するしくみが構想された。これはまず久保が提案したものをベースに、原と関野により具体化が進められてきたものである[久保06, 久保07b, 久保08, 久保09, 関野07]。

2. 三次元時空間モデルによる共有と共創

前者の「ミクロ-マクロ往還型アーカイブズ」では、歴史情報を含む、テキスト・画像映像・音響・数値などのメディアで表現された研究資源には、(時間値, 空間値, テーマ値あるいは主題値)の三つ組で表現できる事象の記述を含むと考える。ここでテーマ値を取り入れるのは、

例えば、気象学、社会学、民族学、など各テーマを対象として情報を蓄積してきた研究分野ごとの知見を共有するための枠組みを与えると同時に情報の再編成を促し、個別分野の研究では見いだせなかったような事象間関係の発見と記述を支援するためである。共同で歴史知識を共創することを狙うのである。

ただし、もとの情報には単独の事象だけが含まれているとは限らない。例えば、博物館収蔵物(モノ)の属性情報には、製作する、使用する、収集する、博物館に収蔵する、などさまざまな事象が結びつけられていて、それぞれが意味の異なる時間値、空間値をもつ。歴史文書にも複数の事象が記述され、それぞれ意味の異なる時空間値をもっている。したがって、事象についても何らかの型を与え、時間値、空間値の意味を記述できる枠組みを用意する必要がある。

さらに、分野ごとの知識体系の差異、および時間値・空間値の表現の差異を超えるためのメタ知識、あるいはオントロジーが必要である。これには、研究分野ごとに異なるミクロからマクロに至る視界のレベルや用語のレベルを超えるための「マクロ-ミクロ往還」のしくみ、すなわち、時間、空間、テーマ、それぞれにおけるズームイン、ズームアウトの機能ももたせる必要がある。

具体的には、時間軸の伸張に連動したさまざまなレベルでの時間表現、暦法の相違を吸収できる表示や検索の機能、空間軸においても、地図のズームイン、ズームアウトに連動したさまざまなレベルの地名での表示や検索の機能である。そのために、時間値については、文化ごとに異なるさまざまな暦法や時代名、「～頃」、「中世前半」など曖昧な表現を標準的な表記に統一するしくみ、空間値については、地域ごとの地名辞書を集積し、地名が指す空間的領域と標準的な緯度・経度との対応表などのしくみが必要となる。また、地名やそれが指す領域が時間的に変化することにも対応しなければならない。テーマ値については意味のシソーラスやオントロジーの整備が必要となる。階層構造だけでなく網構造も前提とした意味のオントロジー整備は古くて新しい問題であり、難しい課題だが、ある研究者が作成したオントロジーを他分野の研究者も共有・追加できるしくみを導入し、相補的にオントロジーを構築していくのが、現実的な対処であろう。

このような標準化の過程を経てアーカイブ化された事象群を、三つ組を軸とする三次元の事象スペースに再配置し、二次元表現として可視化するしくみを用意すれば、事象間の関係を発見し、それを表現することが容易となることが期待される。これが、我々が「三次元時空間モデル」と呼ぶものである。

これは、図1に示すとおり、各研究分野からの研究資源が、標準化を経て、三次元空間内に事象記述の共有アーカイブズとして集積され、これに基づいて事象やその集合間の時空間的な関係性、すなわち図の矢印のような

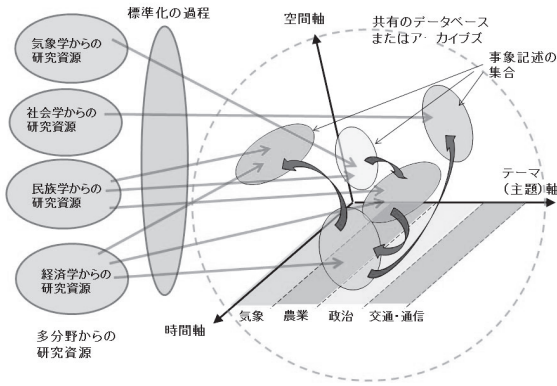


図1 研究資源共有プラットフォームとしてのマイクロ-マクロ往還型三次元事象スペース

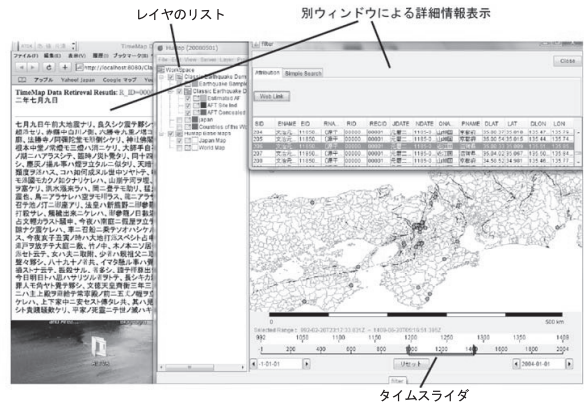


図3 HuMapの典型的な表示画面

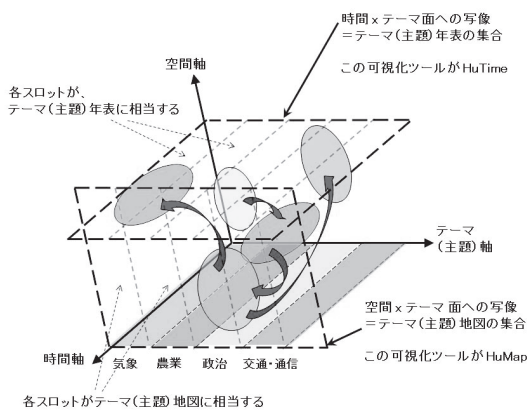


図2 三次元時空間モデル可視化ツールとしてのHuTimeとHuMap

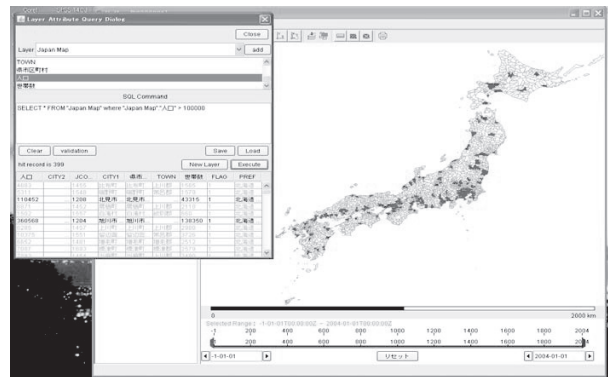


図4 データベース検索結果のHuMap上での表示例

ダイナミズムを見出そうとするものである。この矢印は、降水量減少が農業生産減少をもたらし、栽培作物の転換指導など農業政策の変更につながり、それが農業や生態環境の変化とともに作物流通形態の変化に至る、といった事象の連鎖を想定している。こうしたダイナミズムの発見と表現の営みを、歴史知識学の一つの姿と考えたい。

この過程を支援するための可視化ツールとして、現在我々が開発中のものが、HuTimeとHuMapと呼ぶシステムである。図1との関係でいえば、図2に示すように、三次元空間に展開された事象記述集合を「時間×テーマ」面に写像して可視化するツールがHuTimeであり、「空間×テーマ」面に写像して可視化するツールがHuMapに相当する。テーマ軸との関係でいえば、テーマ軸に沿ってHuTimeやHuMap上に写像されたものが、両ツール上ではレイヤとして表示される。両ツールに、複数のレイヤに対する一覧・検索・種々の演算処理機能をもたせることで、蓄積された事象間の共有のみならず事象間の関係性発見の支援ができる。これが、事象の共有と分析による歴史知識の表現を支援する一つのしくみとして、我々が提案するものである。

3. HuMapの概要

このシステムは、GISの展開形として時間軸を組み込

むべく開発されたTimeMap[Johnson]を出発点として、シソーラスやオントロジー、さまざまな処理系を組み込むことができるように独自の拡張を加えたシステムであり、当初はGT-Mapと命名されていた。通常のGISシステムと同様に、さまざまな基本地図やテーマ(主題)地図情報はレイヤとして表示され、レイヤや情報の重畳、空間情報に基づく論理演算、データベースと組み合わせた検索機能が装備されている。それだけでなく、マイクロ-マクロ往還の機能を実現するため、地名辞書やそれに対応する空間的領域の定義と実装についても検討を加えつつあり、処理を加えた情報のダウンロード・アップロード機能、インターネット上に分散している地理情報の所在情報であるクリアリングハウスとの連携機能も組み込んでいる。JAVAやRで作成したほかの演算や処理機能をプラグインとして組み込む機能も開発中である[原07, 原08, Hara09]。

HuMapの基本画面を図3に示す。左側のパネルには、アップロードされた情報がレイヤのリストとして表現され、その中から選ばれた情報が右側の空間表示パネルに表示される。空間的なズームイン、ズームアウト機能はもちろん、時間軸上のタイムスライダを操作することで、指定された時間範囲の情報のみが選択されて表示される。関係する詳細情報は、ポップアップウィンドウに表示される。当然ながらデータベース検索結果の表示も可能であり、人口10万人以上の市区町村をSQLによって

検索した結果の表示例を図4に示す。

4. HuTime の概要

時間情報を扱う可視化ツールとしては、これまで、SMILE Timeline project[SMILE Timeline] や The Historical Event Markup and Linking project など、年表を作成するためのいくつかのツールが存在するものの、これらは時間情報を年表として表示する機能に主眼が置かれており、十分な解析機能をもたない。それに対し、文字、数値、画像、映像などさまざまなメディアで表現された研究資源を、標準化された時間軸上で表示し解析できるツールが、2007年度以降、HuMapとともに本格的な開発が進められてきたHuTimeである[Sekino 07a, 関野07b]。これは当初はT2Mapと名づけられていた。図5にHuTimeの典型的な表示画面を示す。先行して開発されてきたHuMapとの親和性を考慮した画面レイアウトとなっており、左側のパネルには情報源がレイヤのリストとして表示され、選択された情報が右側のレイヤに表示される。各レイヤは、テーマ(主題)に関する年表として位置づけることができる。

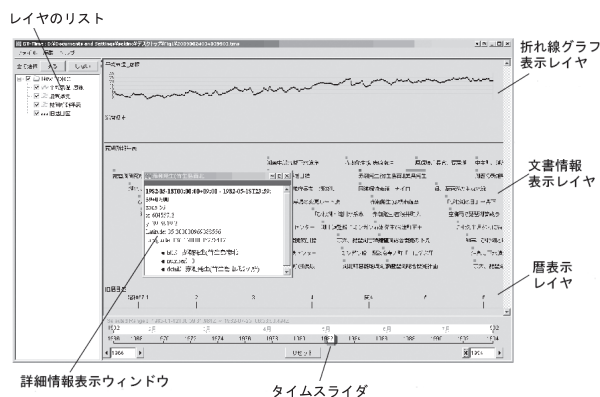


図5 HuTimeの典型的な表示画面

この例では、数値情報が折れ線グラフとして、文書情報の見出しがその下のレイヤに表示されていて、文書の詳細は詳細表示用のポップアップウィンドウに表示される。タイムスライダを操作することにより、時間軸上のズームイン、ズームアウトが可能なので、天地開闢から現在に至る長期間から地震のような短期間の事象までを取り扱うことができる。また、地域や文化に固有の暦を表示することもできるため、元号や閏月を扱うことも可能である。我々はこのために、時間値の標準値として「ユリウス通日」を採用し、すべての事象に開始時刻と終了時刻を設定し、それぞれの時間値をユリウス通日に変換することによって、共通の時間軸上での表示や解析を可能としている。

HuTimeには、時間軸に基づく解析機能も組み込まれている。現在のところ、文書や数値の検索結果からマス

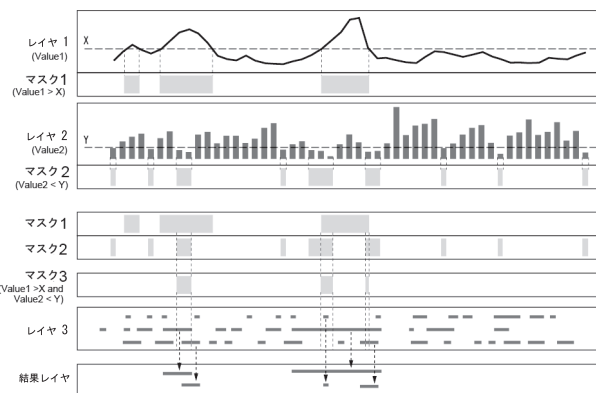


図6 HuTimeにおけるマスク演算の概念

ク(特定の時間範囲)を設定し、もとの情報をマスクで抽出したものをレイヤとして生成し、それらをさらに組み合わせる、というマスク演算の連鎖、によって視覚的に情報の抽出と関係性の発見につなげる機能が実装されている。

図6の例では、レイヤ1、レイヤ2から検索などによりマスク1、マスク2を作成し、両マスク同士の論理積演算で作成した新たなマスク3で別レイヤの情報を抽出する。例えば、降水量や風速数値がある値より大きい期間をマスクとして設定し、風水害に関する文書情報をそのマスクで抽出し、相互の関係を探る、などの応用が考えられる。こうした操作の結果もレイヤとして保存し再利用が可能なので、研究資源とその解析結果を共有するという当初からの狙いが実現できる[関野08, Sekino 09]。

このように、HuTimeは、さまざまなメディアにより表現されたさまざまなテーマに基づく研究資源を、共通した時間軸上で展開することにより、相互の関係性を表示するだけでなく、相互の関係性を発見するツールとして極めて新しいものといえる。

5. 両ツールの連携と今後

現在、HuMap、HuTimeはともに、Windows系パソコン向けのスタンドアロンシステムとして第一次バージョンの開発が進行中で、2010年3月以降、希望する研究者には配布する予定となっている。研究者による試用を通じて、さまざまな問題点・修正点とともに利用例・解析例を集積し、さまざまな分野の研究者間での共同利用につなげていきたい。

その後のバージョンでは両システムの統合が課題の一つである。久保提案モデルの目的が、三次元事象スペースに集積されたさまざまな事象を、時間と空間の二つの軸をベースとする写像面を動的に切り換えながら分析し、事象間の発見を支援することにあつたからである。しかし、必ずしもすべての事象が時間値、空間値を明示的にもつとは限らない。動的な切換えだけではなく両ツ

ールのうまい協業の手法も、試行の中から見いだす必要がある。

さらに、基本地図、暦情報、歴史年表などの基本情報の集積とともに、シソーラスやオントロジー整備に向けて、地名や暦、テーマに関する辞書の集積も進めねばならない。これらの核となる研究と作業は、京都大学地域研究統合情報センターの原が中心となって運営してきた「H-GIS研究会 (Humanities GIS Research Group: <http://www.h-gis.org>)」のメンバにより進められており、メンバの多くが『アジア遊学：特集 地域情報学の創出』No.113に寄稿している [柴山 08]。

6. HuTimeの発展形：Cychronicle (サイクロニクル) の提案

乾期や雨期をもつモンスーン地域などの事象には季節性を反映したものが多く、周期性の観点からの解析が必要となる場面が多い。これは、一方向に進む時間軸で形成された年表を「折り畳み」、周期的な暦の集合として捉え直すことに相当する。ヘブライズムの成立とともに一方向の不可逆な流れという時間観念が確立したといわれるが [真木 97]、元来、人間に親和性のあるのは循環する時間観念であるから、文化に関わる事象を理解するうえでも、周期性の概念は重要である。図7のような年表を周期性から操作する考え方を、久保は周期性をもった年表という意味で「サイクロニクル (Cychronicle = Cyclic Chronicle)」と名付け提案している [久保 07a]。

図7に示すように、年表から周期の契機となるような事象に着目し、例えば周期的な「漁撈暦」、「農事暦」を構成する事象群を抽出する。これらの事象群を各暦ごとに積み上げて比較することで、ある地域内での時間的な暦のずれ、あるいは地域間での空間的な暦のずれなどを発見し、そこから、突発的事件、雨期など気象変化や経済・社会情勢の変化と生活文化との関係を解析することができるかもしれない。図8に示すように、相対的な時間軸を処理・表示できるようにHuTimeを拡張し、マスク演算と組み合わせれば、こうした解析が可能となるだろう。

これをさらに展開すれば、さまざまな条件でアーカイ

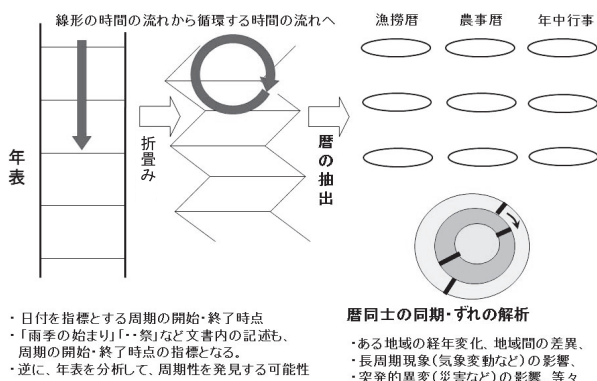


図7 Cychronicle の概念

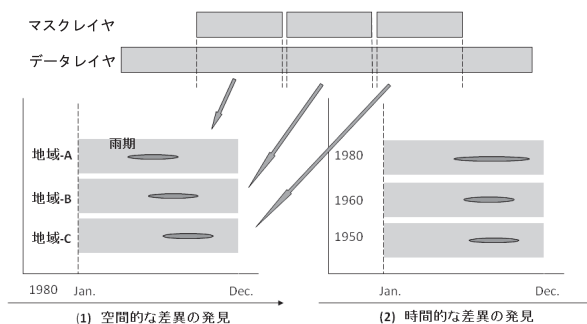


図8 周期性と差異の発見：マスクによる抽出と積み上げ

ブズを検索したり演算処理を行う中から、気象関係の数値情報から長期変動パターンを探るなど、事象群の中に隠された周期性を発見できる可能性もある。これも今後の課題の一つである。

7. おわりに

本稿では、三次元時空間モデルと展開の概要を述べた。これに伴う可視化ツールの開発は着実に進みつつあり、多くの分野の研究者の利用に供し、さまざまな問題への応用を呼びかける中で、分野を超えた共同研究のブレークスルーとなることを期待したい。その前提には、シソーラスやオントロジー辞書の整備という膨大な作業も必要であり、これもまた、共同研究や作業なしには進まない。共有・共同・共創が、各分野の知識学にとってのキーワードなのではないだろうか。

本稿の執筆にあたり、日頃から熱心な討議をいただいている京都大学東南アジア研究所・柴山 守教授に謝意を表したい。また、地名辞書構築に携わっている大阪国際大学の桶谷猪久夫教授、暦変換辞書構築に携わっている国文学研究資料館の相田 満助教をはじめ、H-GIS研究会のメンバ各位にも感謝したい。なお、本稿で述べたHuMap, HuTimeの開発には、人間文化研究機構・研究資源共有化事業、人間文化研究機構・連携研究「人と水」プロジェクトなどから資金援助を得ている。

◇ 参考文献 ◇

[原 07] 原正一郎, 柴山 守: 地域情報学の構築と時空間情報解析ツール, 人文科学とコンピュータシンポジウム論文集デジタルアーカイブ-デジタルアーカイブと時空間の視点, pp. 71-78, 情報処理学会 (Dec. 13, 2007)

[原 08] 原正一郎: 空間に基づいた情報解析ツール, 特集 地域情報学の創出: アジア遊学, No.113, pp. 128-139, 勉誠出版 (Aug. 30, 2008)

[Hara 09] Hara, S.: Humanities GIS in Japan: Current status, models and tools, *GIS in the Humanities and Social Sciences International Conference*, Academia Sinica, Taiwan (Oct. 7-9, 2009)

[Johnson] Johnson, I.: TimeMap: Time-based interactive mapping, The Archaeological Computing Laboratory, University of Sydney (<http://www.timemap.net/index.html>.TimeMap)

- [久保 06] 久保正敏：モノと情報班の活動：時空間統合型データベースの構築を目指して、総合地球環境学研究所研究プロジェクト4-2 2005年度報告書 アジア・熱帯モンスーン地域における地域生態史の統合的研究：1945-2005, pp. 338-347, 総合地球環境学研究所 (Sept. 30, 2006)
- [久保 07a] 久保正敏：時空間統合アーカイブ構築の構想—マイクロマクロ往還, Cychronicle, 文化情報資源の共有化システムに関する研究 研究成果報告書, pp. 51-54, 国文学研究資料館 (March 31, 2007)
- [久保 07b] 久保正敏：時空間情報をキーとする文化資源アーカイブズの構想, カレントアウェアネス, 294, pp. 24-27, 国立国会図書館 (Dec. 20, 2007)
- [久保 08] 久保正敏：特集 地域情報学の創出, 雲南県誌から生態史を読む—時空間統合アーカイブズの構築を目指して, アジア遊学, No.113, pp. 152-161, 勉誠出版 (Aug. 30, 2008)
- [Kubo 09] Kubo, M.: Spatio-temporal model for presenting and analyzing humanities research resources, *GIS in the Humanities and Social Sciences International Conference*, Academia Sinica, Taiwan (Oct. 7-9, 2009)
- [真木 97] 真木悠介：時間の比較社会学, 岩波書店 (Nov. 17, 1997)
- [Sekino 07a] Sekino, T.: Temporal based information system, *PNC and ECAI 2007 Annual Conference*, University of California, Berkeley, USA (Oct 18-20, 2007)
- [関野 07b] 関野 樹, 久保正敏：T2Map 時間情報に特化した解析ツール, 人文科学とコンピュータシンポジウム論文集 デジタルアーカイブ—デジタルアーカイブと時空間の視点, pp.183-188, 情報処理学会 (Dec. 13, 2007)
- [関野 08] 関野 樹：特集 地域情報学の創出：時間に基づいた情報解析ツール, アジア遊学, No. 113, pp. 140-151, 勉誠出版 (Aug. 30, 2008)
- [Sekino 09] Sekino, T.: Tools to realize spationtemporal analysis in the humanities, in *GIS in the Humanities and Social Sciences International Conference*, Academia Sinica, Taiwan (Oct. 7-9, 2009)
- [柴山 08] 柴山 守, 原正一郎, 貴志俊彦 共編：特集 地域情報学の創出, No. 113, アジア遊学, 勉誠出版 (Aug. 30, 2008)
- [SMILE Timeline] <http://www.simile-widgets.org/timeline/>
- [梅棹 88] 梅棹忠夫：情報の文明学, 中央公論社 (Jun. 10, 1988)

2009年11月12日 受理

著者紹介

久保 正敏



1972年京都大学工学部電気工学科卒業。1974年同大学院工学研究科修士課程修了。工学博士(京都大学)。京都大学工学部情報工学科助手、国立民族学博物館助手、京都大学大型計算機センター助教授、国立民族学博物館助教授を経て、現在、国立民族学博物館文化資源研究センター教授。民族情報学、メディア文化論専攻、オーストラリア先住民の社会と文化や文化資源の共有と共創に関心をもつ。情報処理学会、日本文化人類学会、民族芸術学会、日本産業技術史学会各会員。

原 正一郎



1981年東京大学医学部保健学科卒業。1987年同大学院医学系研究科博士課程修了。博士(医学)(東京大学)。学術情報センター助手、国文学研究資料館助教授を経て、現在、京都大学地域研究統合情報センター教授。健康情報学、人文情報学、地域情報学など情報学の応用に関心をもつ。情報処理学会、情報知識学会、日本医療情報学会、IEEEなど各会員。

関野 樹



1991年信州大学理学部生物学科卒業。1998年京都大学大学院理学研究科動物学専攻博士後期課程修了。博士(理学)(京都大学)。京大学生態学研究センター中核的研究機関研究員、(財)国際湖沼環境委員会調査研究課研究員を経て、現在、総合地球環境学研究所研究推進戦略センター准教授。環境情報学専攻、環境情報をはじめとする諸情報の共有および時間情報を中心とした時空間解析に関心をもつ。情報処理学会、日本陸水学会、日本生態学会各会員。