

GIS による古代遺跡の地理的分布解析

加藤 常員・小澤 一雅・高見 友幸

大阪電気通信大学

〒572-8530 大阪府寝屋川市初町18-8

地理情報は考古学にとって基盤をなす重要な情報である。古代遺跡の地理的分布の解明は考古学の重要な課題である。本稿では弥生時代の2種類の遺跡群を採り上げ、地理情報を活用した遺跡分布の解析について報告する。対象とした遺跡は、拠点集落遺跡と高地性集落遺跡である。両遺跡は同じ時代に同じ空間に存在したものであり、密接な関係であったと考えられる。本報告は淀川水系の両遺跡について2種類のネットワークの構成し、得られた情報をもとに関連深い遺跡の対を抽出し、地図上の円を描くことにより遺跡間の分布関係を明示することを試みる。円による表現は極めて簡潔であり、位置関係を端的に表す。示される結果は考古学の知見に相応した遺跡間の分布関係を得た。

Analysis on Geographical Distribution of Archaeological Sites Based on GIS

Tsunekazu Kato, Kazumasa Ozawa and Tomoyuki Takami

Osaka Electro-Communication University,

Neyagawa, Osaka 572-8530, JAPAN

E-mail: kato@ktlab.osakac.ac.jp

Geographical distribution of sites is an important aspect in archeology. This paper treats the relation between two kinds of important sites of the ancient Japan, in the Late Yayoi period (100-300AD), by using a geographical information system. One is a group of village sites which existed through the period. Another is a group of hill-fort sites with beacon facilities. The authors have already shown a network of interrelation between village sites, which showed a sort of connection between sites from the viewpoint of *cost of movement*. On the other hand, ancient communication networks have been given between hill-fort sites based on visibility between them. Integrating these independent researches, this paper presents an analysis on the geographical distribution of both types of sites.

1. はじめに

考古学は過去の様々な事象の痕跡から往時の人々の生活や社会を復元する科学である。考古学者は、発掘から得られる物質的資料を機能的基準、編年的基準、分布的基準等を座標に分類、分析を行い古代の復元を試みる。地理情報は復元の思考を推し進める上で、もっとも重要な情報である。考古学者は地図を広げ、遺跡の位置などを記入しながら古代への思いを廻らせ、思考を展開させてきた。遺跡の地理的分布の解明は考古学の重要な課題と言える。しかしながら、手作業では単体的、限定的なものに成らざるおえない現実がある。一方、地理情報は計算機、情報環境の進展に伴い、量、質共に充実したものが提供されるようになった。また、地理情報を統括的扱う地理情報システム(GIS:Geographical Information system)の研究が盛んに行われている。GISの考古学への活用は極めて有効と考えられる。筆者らは4次元歴史空間システムと名づけた、考古学研究支援を目的としたGISの開発を進めて来た。本稿では開発したシステムにおける地理的分布の分析機能を活用した、弥生時代の集落遺跡分布の解析結果を報告する。

弥生時代を特徴的な集落遺跡として拠点集落遺跡と高地性集落遺跡がある。拠点集落遺跡は、弥生時代を通して集落が営まれた大規模で中心的な遺跡であり、高地性集落遺跡は、軍事通信用のノロシ施設であったとされる遺跡である。両遺跡は同じ時代に同じ空間に存在したものであり、高地性集落は、拠点集落の派生的、付属的な集落であったと考えられている。本研究では両遺跡を採り上げ、関連深い遺跡の対を抽出し、遺跡対の地理的分布関係の簡潔に明示することめざすものである。両遺跡間の分布関係を探ることは考古学的に意義があり、関係を示すことは考古学分野に新たな情報の提供すると共に、新たな研究手法を提示にもなる。

2. 集落遺跡とネットワークモデル

2.1 拠点集落遺跡と高地性集落遺跡

弥生時代はわが国に水稻農耕が定着し、古代国家が形成された時代である。集落は農耕と密接に関連した低台地上や沖積地の自然堤防上の微高地に営まれた。拠点集落遺跡とは、各地域の中核となる大規模で継続的に営まれた集落跡である^(1,2)。西日本では、弥生前期から後期に至る長期継続の拠点集落遺跡が多く検出されているが、東日本では極めて少ない。図1は考古学者によって示された近畿地方中央部の拠点集落遺跡の分布と石材の推定移動経路である⁽¹⁾。なお、この図には仮想の

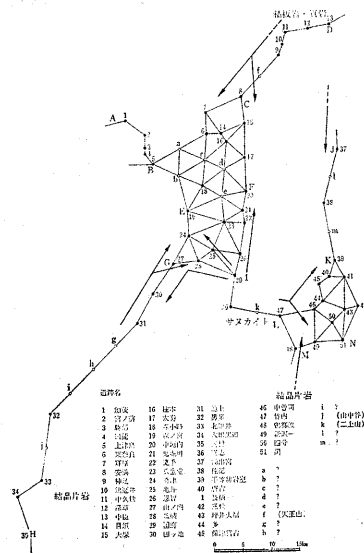


図1 拠点集落遺跡間の石器石材の推定移動経路⁽¹⁾

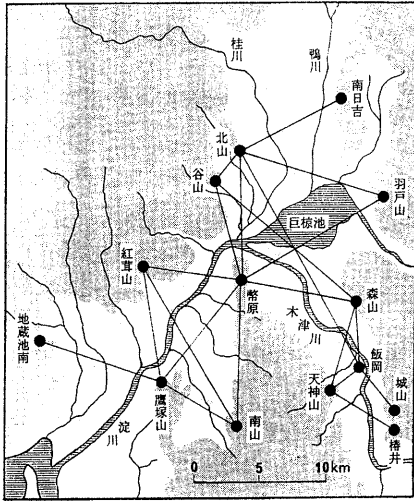


図2 フィールド実験で推定された高地性集落遺跡間の可視性⁽⁴⁾

遺跡が13ヶ所設定されている。

一方、弥生時代中期から後期にかけて西日本を中心に標高100m、ときには300mを超える高所に存在する高地性集落遺跡と呼ばれる集落跡が検出されている。弥生中期から後期は、中国の史書が「倭国大乱」として伝える軍事的緊張があった時代にあたる。高地性集落遺跡は、こうした時代的背景のもと、軍事用のノロシ通信施設であったとする仮説がある^(3,4,5)。考古学者は仮説の検証のために現地踏査とノロシを挙げるフィールド実験を行い、図2のような遺跡間の可視性の検証結果を示している⁽⁴⁾。

拠点集落と高地性集落は時期、地域ともに重なるように存在した。拠点集落はその周囲に派生した多様な諸集落、諸施設を持つ。高地性集落は、そうした派生の集落の一種と考えられている。

2.2 ネットワークモデル

拠点集落遺跡と高地性集落遺跡との関係を考える手掛かりとした2つのネットワークモデルを紹介する^(6,7,8)。これらモデルは、筆者が開発を進めている4次元歴史空間システムの機能としてインプリメントされている。本研究は4次元歴史空間システムを活用して遺跡分布分析を進める。図3は4次元歴史空間システムの分布図操作画面の一例である。

(1) 拠点集落遺跡の集落ネットワークモデル

集落(遺跡)間の交流の根底は、往時の人々の移動、文物の流通にあると考えられる。

交流や流通のための基盤施設として道の存在が想像される。集落ネットワークモデルは、基盤施設の存在を漠然と認め、遺跡間にどのような交流、移動経路があったかを示すマクロなモデルである。

遺跡間の移動経路は、直接路を始め無数に存在する。遠く離れた遺跡間では幾つかの遺跡を中継した経路が主な経路であったと推測される。す

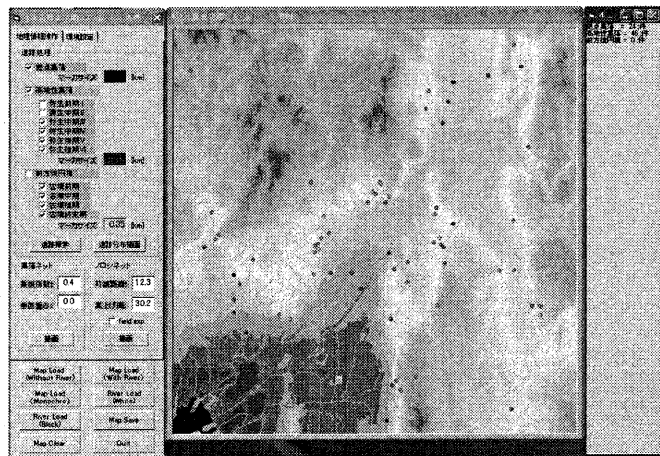


図3 4次元歴史空間システムの実行画面

なわち、「他の遺跡を仲介することにより交流に要する人の移動等の負担が減少する場
 がある」という現象が想定される。人の移動に伴う負担のマクロな指標を定式化す
 る。定式化は「ある地点での負担の増分は、その地点までの負担に比例する」という
 仮定を条件に距離の関数として導出する。

移動負担量を c 、距離を d 、比例定数を k
 とすると、

$$\frac{\partial c}{\partial d} = kc \quad (1)$$

この微分方程式の一般解は

$$c = C \exp(kd) \quad (2)$$

となる。ここで C は定数、 $\exp(\cdot)$ は e を底と
 する指数関数を表す。定数 C は関数値の相
 対的關係に影響を及ぼさないため、 $C=1$ を
 採用する。式(2)の値が小さいほど人の移動が容易であったことを意味する。 $k(>0)$ は
 移動の難易度を司るパラメータとなり、この値を調整することで経路の選択が行われ
 ることになる(図4参照)。

集落ネットワークは、式(2)の値(負担)をもとに、各集落遺跡から他のすべての集落
 遺跡への最小負担の経路を求め、それらを重ね合わせたものとする(図5参照)。最小

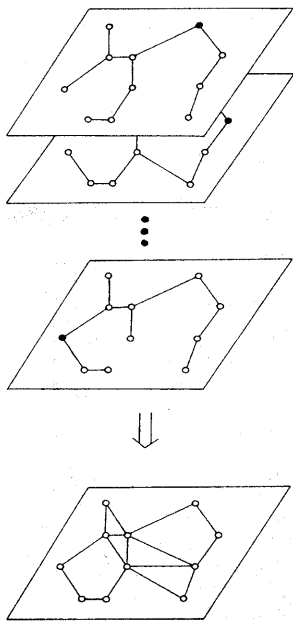


図5 最小負担経路の重ね合わせ

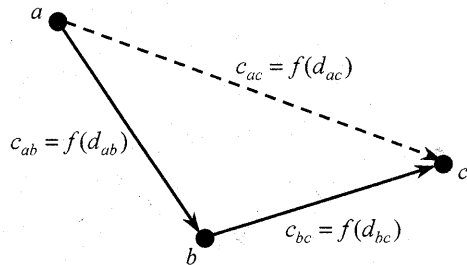


図4 中継効果

$$d_{ab} = 4, d_{bc} = 5, d_{ac} = 6$$

$$f(d) = d : 9 = d_{ab} + d_{bc} > d_{ac} = 6$$

$$f(d) = \exp(d) : 203 \approx d_{ab} + d_{bc} < d_{ac} = 403$$

負担の経路の探索は最短路問題を解くアルゴリズムによ
 り求まる。こうして求まるネットワークは、文物に共通
 の価値観や文化性を持ち、双方向性の相互交流の経路網
 と言える。

(2) 高地性集落遺跡のノロシ通信ネットワークモデル

ノロシ通信ネットワークモデルは、高地性集落遺跡が
 ノロシ通信施設であったとする仮説を検証するためのシ
 ミュレーションモデルである。ノロシ通信の可能性を3次
 元地形データ(標高データ)よりコンピュータ内に生成し
 た地形空間上で、考古学者が行ったフィールド実験と同
 様の判定を行う。すなわち、2遺跡を結ぶ空間直線を遮
 る地形的障害の有無判定を行い、可視可能な遺跡間を結
 びネットワークを構成する。

標高データは、国土地理院が提供している数値地図
 50m メッシュ(標高)を用いる⁽⁹⁾。このデータは緯度・経
 度区画された約 50m 間隔の格子位置での標高値が 10cm

単位で与えられている。

標高データを基底とした遺跡間の可視性の判定を制御するパラメータとして可視距離と標高調整量を導入する。遺跡間で安定したノロシ通信を行うためには、確実にノロシを判定できる距離に遺跡が存在する必要があると考えられる。可視距離は定常的に見通せる距離の上限を定める

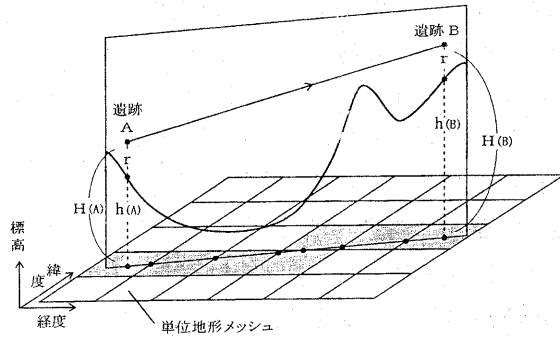


図6 可視性判定の概念図

パラメータである。一方、標高調整量は標高データの量子化誤差などいくつかの不確定要因を踏まえ、有効な可視可能性判定を行うためのパラメータである。具体的には、遺跡の標高値を嵩上げする量である。ノロシ通信可能性判定の主旨から可視を不可視と判断する誤りよりも、不可視を可視と判定する誤りの方が許容される。標高調整量は前者の誤りを避けるための現実的な方策として導入した。図6は可視性判定の概念図である。

ノロシ通信ネットワークは、対象のすべての遺跡間について可視性を判定し、可視と判定された遺跡間を結ぶことで生成する。

3. 集落遺跡の地理的分布分析

拠点集落遺跡と高地性集落遺跡との地理的分布関係の分析は、2章で述べたネットワークを生成から始める。対象とした地域は、淀川水系(京都、大阪)の40km四方の範囲とした。対象とした拠点集落遺跡は、当該地域で図1に示された実在の遺跡と他の資料で確認された1遺跡を加えた24遺跡とした。高地性集落遺跡は、図2に示された14遺跡を対象とした。

(1) 遺跡分布の把握

拠点集落遺跡の集落ネットワークは、負担パラメータ k の値を0.40で生成した。この値は、生成されるネットワークが図1に示された経路網と可能な限り一致する状態を導く設定である。ただし、図1には多くの仮想遺跡が含まれているため、それらを除外した状態での設定である。したがって、仮想遺跡が設定されていた地域および範囲外の遺跡との関係で多少異なるが、概ね妥当なネットワークが得られていると思われる。

高地性集落遺跡間のノロシ通信ネットワークは、可視距離12.3km、標高調整量30.2mのパラメータ値を採用した。図2から交差する比較的長い可視線を除いた状態になる設定である。

図7は、2つのネットワークを重ねて表示した画面である。丸印が遺跡位置、青(濃い)線が集落ネットワーク、赤(淡い)線がノロシ通信ネットワークを示す。

図7において拠点集落遺跡の存在位置および集落ネットワークから大きく離れた高地性集落遺跡が3遺跡確認できる。他の高地性集落遺跡は、何れかの拠点集落遺跡との関連が示唆できる。

(2) 近接の遺跡の特定

どの拠点集落遺跡とどの高地性集落遺跡が関連するかを推定する。推定には、(1)で描画がした集落ネットワークの接続関係にある遺跡間の距離を参照する。

単純に考えると遺跡間の漠然とした境界は、遺跡と遺跡の中間点が想定され、中間点より以遠は隣の遺跡の領域となる。すなわち、関連する高地性集落遺跡の推定は、拠点集落遺跡を中心として拠点集落遺跡間距離の2分の1を半径とする円が目安となる。

図7の接続関係にある拠点集落遺跡間の平均距離は 5.48km であった。図8は拠点集落遺跡位置を中心に直径 5.5km で円を描いた画面である。観察の補助のためにノロシ通信ネットワークも描き込んだ。また、ここで採用した距離は、緯線方向 1.15 秒、経線方向 2.25 秒を 50m とした近似計算の値である。

図8を観察すると円周の近辺に存在する高地性集落遺跡とそうでない遺跡が存在することが見て取れる。円周に近辺に存在する遺跡は9遺跡で、残り5遺跡は円から離れた位置にあり、図7で確認した3つ遺跡に2遺跡を加えた遺跡である。この5遺跡は今回の対象としている拠点集落遺跡とは関連がない判断し、以下、残り9遺跡について分析を進める。

(3) 拠点集落遺跡-高地性集落遺跡間の距離の分析

図8で特定した9つの高地性集落遺跡は、描いた円との位置関係からどの拠点集落遺跡に関連するかが判定できる。拠点集落遺跡9つと高地性集落9つとの間には、表1に示す11の遺跡対の関係が見出せる。この遺跡対は対の遺跡間すべてに、考古学的意味合いでの関係(高地性集落が拠点集落の派生集落である等)があったと直接に主

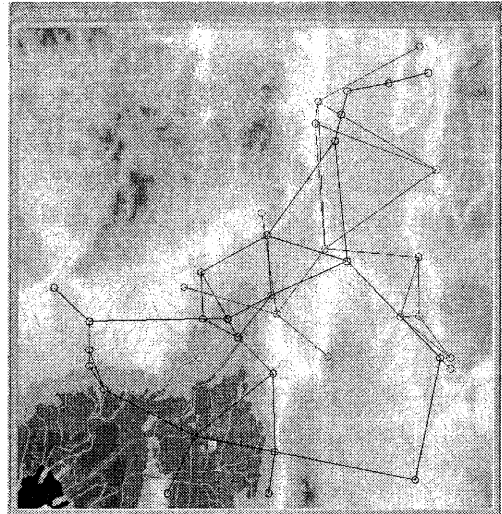


図7 ネットワーク表示

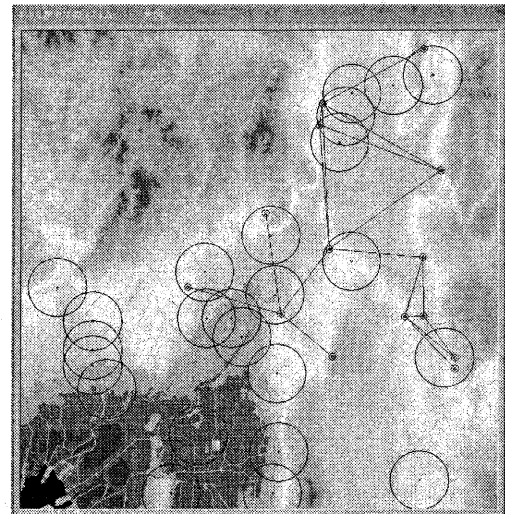


図8 遺跡間平均距離による円

張するものではない。あくまでも遺跡対は関係下にある遺跡の候補と考えている。

表1から遺跡対の遺跡間の平均距離は2.49km、標準偏差は0.17kmであるが、表1を詳しく見ると2つの遺跡対(涌出宮遺跡-城山遺跡、涌出宮遺跡-椿井遺跡)の遺跡間距離が極端に小さい。これら対の拠点集落遺跡(涌出宮遺跡)

の立地は、図8から他の拠点集落遺跡に比べ地形的制約が強いと場所にあると考えられる。この2つの遺跡対の関係は立地の状況から深いことが類推できる。立地の違いを考慮し、涌出宮遺跡との遺跡対の2つを除く、残り9遺跡対についての平均距離は2.49km、標準偏差は0.09kmと算出される。

(4) 高地性集落遺跡の存在範囲の推定

(3)の分析結果より、ある拠点集落遺跡の派生遺跡と考えられる高地性集落遺跡は、立地的制約が強い遺跡を除き、拠点集落遺跡を中心に直径4.4kmから5.5km内外の範囲に位置すると推測する。この値は9遺跡対についての平均距離に3倍の標準偏差を加えた範囲として導いた。図9は拠点集落遺跡位置を中心に直径4.4kmと直径5.5kmの円を描いた画面である。

図9に描かれた11件の高地性集落遺跡の位置は、7件が描いた二重円の領域、3件が二重円の内側領域、1件が二重円の外側領域に立地していることが分かる。

二重円の外側に位置する高地性集落遺跡(北山遺跡)は対応する拠点集落遺跡(中久世遺跡)との関係が薄いと思われる。一方、北山遺跡は鶏冠井遺跡とも対を成しており、二重円の領域の立地関係になることから、少なくとも北山遺跡は中久世遺跡よりも鶏冠井遺跡との関係が強いと類推できる。

4. 分布分析結果の考察

分析結果として得られた遺跡対と推測した派生集落としての高地性集落の存在範囲は、考古学的に極めて妥当な結論と思われる。

図2を示した奈良大学の酒井龍一氏は、文献(2)で拠点集落遺跡の基本構造として図

表1 拠点集落遺跡-高地性集落遺跡間距離

拠点集落遺跡	高地性集落遺跡	遺跡間距離[km]
中臣遺跡	南日吉遺跡	2.74
中久世遺跡	北山遺跡	2.97
鶏冠井遺跡	北山遺跡	2.55
鶏冠井遺跡	谷山遺跡	2.66
神足遺跡	谷山遺跡	2.57
狼谷遺跡	幣原遺跡	2.42
安満遺跡	紅茸山遺跡	2.27
大塚遺跡	鷹塚山遺跡	2.02
耳原遺跡	地藏池南遺跡	2.25
涌出宮遺跡	城山遺跡	0.96
涌出宮遺跡	椿井遺跡	1.48

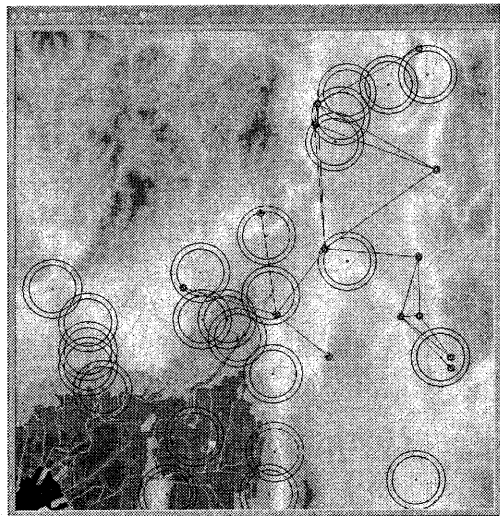


図9 高地性集落遺跡の立地範囲

10に示すようなモデルを提示している。氏は多重の円の内側より基本生活領域、外帯空間、機能空間、日常生業活動圏、外界と領域をモデル化している。機能空間は半径300mから500m、日常生業活動圏は半径5kmと仮定している。高地性集落遺跡の存在位置については言及していない。

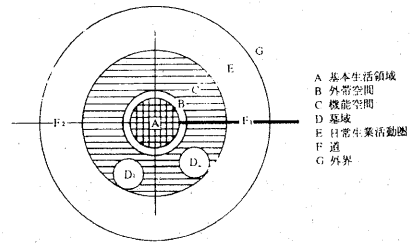


図10 拠点集落遺跡の基本構造概念図

今回得られた結果は、高地性集落が氏の言う日常生業活動圏内に位置することを示す。これは、外界や外界との境界付近ではなく、拠点集落の住人が掌握できる範囲に高地性集落が設営されたのでないかと考察できる。また、導いた存在範囲の距離はより多く遺跡について用いた検証が必要と思われるが、高地性集落遺跡の性格上、立地に地形的制約を強く受けない限り同様の値となると示唆される。同時にこの距離は、地形的制約を受けたか遺跡対かどうかの判定、分類に有効と考えられる。

5. おわりに

弥生時代の特徴的な集落遺跡分布の地理情報に基づく分析について述べた。分析は関連深い遺跡対を抽出し、距離関係を係数的に示すと伴に標高彩色地図上に円を用いて簡潔に図化した。分析結果は概ね考古学の知見と合致し、多くの示唆を含むものと考えられる。円による簡潔な表現は単純ではあるが情報を端的、直感的に提示する極めて有効であることを実感した。一方、分析対象の遺跡件数や地域差、古地形との関連など多くの解決すべき問題がある。また、本稿で示した存在範囲の係数(距離)は4章で述べた遺跡対の分類に加え、未検出の遺跡の位置予測など、研究の次のステップへの素材になると考えている。

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(C)(2)No.12680426)によった。

参考文献

- (1) 酒井龍一：石材の動き、弥生文化の研究 7, pp.98-102, 雄山閣(1997).
- (2) 酒井龍一：拠点集落と弥生社会、歴史発掘⑥, pp.118-139, 講談社, 東京(1997).
- (3) 都出比呂志：弥生人とノロシ、図書, No.482, pp.15-19, 岩波書店(1985).
- (4) 小野忠熙：高地性集落の研究・資料編, p.1053, 学生社, 東京(1979).
- (5) 森岡秀人：高地性集落性格論, 論争・学説日本の考古学, 4, 雄山閣(1986).
- (6) 加藤常員, 小澤一雅：3次元地形データを用いた考古学的仮設の実験的検討, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.3, pp.840-848(1999).
- (7) 加藤常員, 小澤一雅：集落遺跡間の文物移動流のモデル化に関する一考察, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.3, pp.849-856(1999).
- (8) 加藤常員, 小林博昭, 小澤一雅, 今枝国之助：伝播負担関数による文化の伝播路の抽出, 情報処理学会論文誌, Vol.29, No.4, pp.418-428(1988).
- (9) 建設省国土地理院：数値地図ユーザズガイド, p.491, 日本地図センター, 東京(1998).