

## 前方後円墳のための編年座標図の試作と検討

小沢 一雅

大阪電気通信大学情報工学部情報工学科  
ozawa@ozlab.osakac.ac.jp

前方後円墳はわが国の古代を象徴する主要なモニュメントであって、いまなお数千基が全国に遺存している。4世紀から6世紀にかけて築造され続けた前方後円墳のかたちの変化に関する形態研究によって多くの知見が得られている。とくに、主成分分析にもとづく数量的な研究によって、築造された年代と墳形の比例関係が検出されたことは注目に値する。すなわち、墳丘に設定した7つの計測部位の変化を統計的に集約した第1主成分が、古墳の年代にほぼ比例するという正の相関関係がみだされている。本稿では、第1主成分(型式変化指数)のこうした編年機能を墳丘の平面企画に属する3つの部位、すなわち後円部直径、くびれ部幅、および前方部幅の3つの部位の計測値のみによって代替する方法を考える。型式変化指数は平面企画と立体企画にまたがる7つの部位の計測値によって規定される量であるため、このうちの1つでも欠落すると指数の算定ができなくなるという問題が発生する。実際、墳丘の考古学的調査によっても7つの部位の計測がもれなく行われる場合はむしろまれであって、どれかの欠落がある場合がふつうである。本稿は、こうした実際的な場面における編年を想定しながら試作した上記の3つの計測値に依拠する編年座標図について述べる。

### A Dating Chart for Quantitative Chronology of Japanese Ancient Tombs - A Consideration on a Tentative Draft -

Kazumasa Ozawa

Dept of Engineering Informatics,  
Osaka Electro-Communication University,  
Neyagawa, Osaka 572-8530, Japan.

The Keyhole-shaped ancient tomb mounds are a very important type of monuments symbolising a special Japanese ancient time. Even today, more than thousands of the tomb mounds still remain all over the country, almost all of which were originally built between 4th and 6th centuries. During this ancient period, the tomb mounds gradually were changing in terms of their shape.

Shape analyses on the tomb mounds have already given a lot of suggestive knowledges. Among them, the principal component analysis has been playing an important role in chronological study on the ancient tombs. Especially it should be noted that the first principal component (FPC) of a given tomb mound is strongly propotional to the time when it was built. FPC has statistically been derived from sets of the seven dimensions including radius of the round-back, its height, length of the mound and so on. Since FPC depends on such seven dimensions, it could be by no means computed unless all the dimensions were provided. This has been a big problem in the practical situation where FPC is to be applied to a given tomb mound for its chronological study.

This paper presents a tentative draft for a dating chart available for quantitative chronology of the tomb mounds, by which dating task of a given tomb mound can be carried out using only three dimensions; i.e. radius of the round-back, width of the neck-like part and width of the square-front. It is also discussed whether or not the dating chart can act as a quantitative measure of chronology as well as FPC.

## 1 まえがき

前方後円墳の形態研究は陵墓図の公開[1]を契機に一時期大いに隆盛をみたが、昨今やや停滞気味の感がある。前方後円墳のかたちの不思議が解明されたわけでもなく、形態研究における従前の諸説[2]が発展的に統合されたというわけでもない。あたかも四方八方から着手した壮大な建物の建設が各部で中断した状態で放置されているかのような印象をうけている。いっぽうでは、黒塚古墳から検出された多量の三角縁神獣鏡など、前方後円墳の時代の認識にかかわる新たな物証の出現があいついでいる。こうしためざましい物証の検出に比べると、形態研究とはそもそも資料分析の域を出ないものであって、学術上の劇的な地殻変動を起こすことはありそうもないという心理が底流にあるのかもしれない。

筆者は情報工学の視点から前方後円墳のかたちの変遷に興味をいただき、1970年代中頃から後半にかけてコンピュータによる直截的な形態研究をこころみた[3~5]。筆者の形態研究は、その後徐々に変化し、結果的には統計的手法を加味した方式へと発展した[2]。以来、実数計測法と名づけたこの研究法にもとづいて各地の前方後円墳の形態分析や形状復元を手がけてきた[6,7]。こうした事例研究の過程でいくつかの新しい知見に遭遇することにもなった。

## 2 実数計測法

実数計測法では、墳丘に7つの部位を設定してこれらの計測値によって基本形を観測する。すなわち、墳丘長、後円部径、くびれ部幅、前方部幅、後円部高、くびれ部高、前方部高の7つの計測値であって、図1にしめすようにa~gの記号をわりあてている。

一般論でいえば、観測対象をできるかぎり忠実に測定した物理量として計測値を位置づけるのがふつうであるが、前方後円墳はこうした一般論で斬りすてることのできない特殊性をもっている。具体的な観測対象はおおむね墳丘実測図になるが、これは築造後千数百年経過した墳丘の現形を写しとったものであって、部位の「忠実な」計測値がかならずしも有効な情報とはならない。この理由はつぎのように要約できる。前方後円墳の形態の発生や変遷、さらには複数の古墳の親縁関係を解き明かすための基礎となるものは築造時の原形（築造企画）であって、経年変化した墳丘の現在形ではない。しかし、あくまで実測図の観測をとおしてしか原形を推測する方法はない。つまり、実測図の観測とはいっても、そこに推測という要素が入りこんでくるのは避けられないわけである。

基本形を規定する7つの部位の計測値は、ばらばらの数値の集まりであってたがいの関連性は表面上なにもみえない。こうした一見無関係に見える数値の間に潜在する相互関係を検出する手段として、主成分分析法などの統計的手法がある。この場合、当然多数の古墳の基本形を推測し、それぞれの計測値をもとめる必要がある。筆者は、122基の古墳の基本形を推測して計測値をもとめた。さらに主成分分析法によって墳形の変化を説明できる2つの主成分を導出した。このあたりの詳細は、すでに拙著[2]に述べたとおりであって、ここではとりあえず要点だけをまとめておく。

それぞれ型式変化指数および胴長指数と名づけた2つの主成分は、古墳の型式定義や編年曲線の描出などにおいて中心的な役割をはたしている[2]。7部位の計測値a~gから2つの指数を計算する算定式を以下にしめしているが、同式に現れている各係数は、統計のもとになる古墳の集団がちがったり、

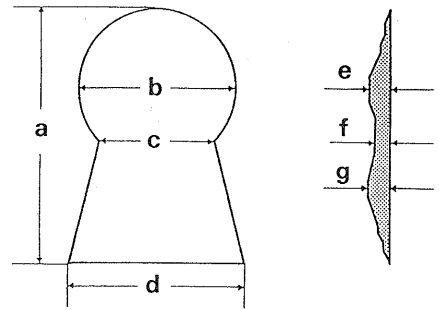


図1 前方後円墳の7部位

おなじ集団であっても計測値が異なると微妙に変動をきたす。この変動は、いうならばものさしの目盛りの伸縮にたとえることができる。もし毎回目盛りがわずかでも変わると一貫した分析や比較がやりにくくなるのは当然である。そこで、どれかを標準のものさしに固定化しておくと便利である。下記の算定式は、筆者が1985年に導出した算定式であって、以来標準のものさしとして形態研究に活用している。

$$z_1 = 0.70 \frac{a}{b} + 3.58 \frac{c}{b} + 1.79 \frac{d}{b} + 2.51 \frac{g}{e} + 3.03 \frac{f}{e} - 9.14 \quad (1) \text{ 〈型式変化指数〉}$$

$$z_2 = -4.83 \frac{a}{b} + 1.74 \frac{c}{b} - 0.73 \frac{d}{b} - 0.05 \frac{g}{e} + 1.61 \frac{f}{e} + 7.26 \quad (2) \text{ 〈胴長指数〉}$$

型式変化指数とは、墳形の変化をもっとも効果的にとらえることができる統計的な指数（第1主成分）である。型式変化指数が集団内変化をとらえること自体は自明であるが、じつはもうひとつ予想外の機能をもつことが判明した。すなわち、型式変化指数が古墳年代に比例するするとい傾向をもつことが判明したのである。この機能は型式変化指数がとらえる墳形の集団内変化が偶然にも時間的変化に一致したことによるものであるが、これを積極的に活用する試みが編年曲線である[2]。もういっぽうの胴長指数（第2主成分）は、墳形の時間的変化とはまったく独立な変化成分であって、前方部長の変化に比例（逆比例）する傾向をもつ。

### 3 型式変化指数の意味分析

#### 3.1 相対くびれ部幅と相対前方部幅

本稿の主題は、型式変化指数の特性をさらに一歩ふみこんでくわしく検討し、古墳年代が墳形のいかなる変化によって支配されているのかを明らかにしようということである。すなわち、ともすれば統計や数字の魔術と映りがちで直感的に意味がわかりにくい型式変化指数を墳形と関連づけて具体的に意味分析してみようということである。式(1)にしめす型式変化指数の算定式に現れている5つの比率（相対値）をつぎのようによぶ。

平面企画：  $a/b$  〈相対墳丘長〉  $c/b$  〈相対くびれ部幅〉  $d/b$  〈相対前方部幅〉

立体企画：  $f/e$  〈相対くびれ部高〉  $g/e$  〈相対前方部高〉

問題の発端はすべての相対値が型式変化指数に均等な影響力をもっていないという一点にある。ここで、明確な事例にもとづいて意味分析をすすめていくために、表1にしめす畿内大型古墳たちを指標古墳として設定しておく。

式(1)と(2)にしめす算定式に現れている各相対値は、上記のように墳形の平面企画に関するものと立体企画に関するものに分けられる。墳形を平面と立体の両面で3次元的にとらえることはまさに原則ではあるが、墳丘の素材が土砂であるために安息角などの制約が生まれ、平面企画と立体企画は結果としてつよい相関をもつ[2]。この傾向を極限化すると、立体企画は平面企画に従属するものとみなして立体企画を捨象し、平面企画のみで墳形を議論する平面企画論に行きつく。

式(1)の型式変化指数の算定式において、前から3つ目の項までが平面企画にかかわっている。それぞれの係数は古墳の集団から導かれた統計量であるが、各相対値の重要度を反映した数値と考えてよい。この指数はすべての相対値に比例して増大する構造になっているが、比例の度合いは均一ではない。つまり、係数の大きい相対値の変化は増幅されるため、指数は敏感に比例するが、そうでない相対値については鈍感であるといった格差がある。一般に係数が大きな値をもつ相対値は重要度が高いが、指数

に対する実質的な影響力は係数×相対値によって決まる。平面企画にかかわる相対値の係数は算定式から読みとれる。もっとも係数が大きいのは相対くびれ部幅であって、墳形の集団内変化を効果的にとらえるためにはこの相対値が重要であることをしめしている。つぎに重視されているのは相対前方部幅である。いっぽう、相対墳丘長については係数がさきの2つより格段に小さく重要度は高くない。

さて、型式変化指数を左右する主要な墳形要因とは、相対くびれ部幅と相対前方部幅の2つにほかならないことが判明した。すでに触れたように、この2つの相対値が型式変化指数におよぼす実質的な影響力は係数×相対値によって決まる。要点は、各相対値が最小値から最大値まで変化する際の変動幅が係数によってどのように増幅されるかを算定することにある。表1より、相対くびれ部幅の最小値は箸墓古墳の場合であって0.40、最大値は磐之媛陵の0.74であることがわかる。したがって、相対くびれ部幅の変動が型式変化指数におよぼす具体的な変動幅は、1.22（係数×相対くびれ部幅の変動幅）となる。いっぽうの相対前方部幅についても同様に、1.74（係数×相対前方部幅の変動幅）となる（最小値は桜井茶臼山古墳、最大値は白鳥陵）。2つを比較すると、型式変化指数におよぼす実質的な影響力は相対前方部幅のほうがやや大きいものの、相対くびれ部幅はその変動幅が小さいにもかかわらず大きな係数によって増幅され、かなりの影響力をもつことがわかる。2つの相対値がこうした視点からも型式変化指数を左右する主要な墳形要因であることが確認できる。

新しい知見を得るためには、場合によって統計学のしほりから離脱して自由に発想することも必要になろう。筆者は、上記の2つの相対値を含む変量の間の相互関係について試行錯誤的に観察をくりかえした結果、興味ぶかい解釈に到達した。畿内大型古墳（表1）について作成した2種類の散布図がその基礎になっている（図2および図3参照）。

図2は各古墳の相対くびれ部幅と型式変化指数を座標の1点として描いた散布図であり、図3は相対前方部幅と型式変化指数に関する同様な散布図である。両図において、▲印は前期古墳、●印は中・後期古墳を表している。古墳の集団全体ではなく、▲と●に分割して観察するというのはひとつの着想であるが、これは統計的な帰結ではなくあくまで筆者の直感的な判断によるものである。

まず、図2の観察によってどのような知見が導かれるかについて述べる。一見してわかるのは、前期古墳は相対くびれ部幅の増大に比例して型式変化指数も増大するという相関関係をしめしていることである。いっぽう、中・後期古墳についてはこうした相関関係がまったく認められないこともわかる。実測図にもとづいて基本形が推測され、さらにその計測によって導かれる型式変化指数や各相対値にはさまざまな誤差や偶然による変動分が混入しているはずである。にもかかわらず、前期古墳たちがしめす相関関係は、ひとつの明確な法則性の存在を暗示させる。すなわち、前期古墳の相対くびれ部幅は、時間の経過とともに着実に増大していくという比例傾向である。前期古墳中最大の相対くびれ部幅をもつ古墳は成務陵であって、その数値は0.61である（表1参照）。これをすこし越えて0.63になると、まったく無相関な中・後期古墳の領域に入ってしまう、年代との関係はうしなわれる。ひとつの解釈として、0.61付近に相対くびれ部幅の意味ががらっと変貌する境界値の存在を想定できる。筆者は境界値を0.63に設定した。

相対くびれ部幅は前期古墳の墳形の時間的変化を検出する機能はもっているが、中・後期古墳には無効であることがわかった。中・後期古墳に対してはちがった変化要因をみいだして対応することが必要になる。幸運なことに、相対前方部幅がその役割をはたすことが判明した。図3がそれである。●印で表示されている中・後期古墳たちの相対前方部幅と型式変化指数がよい相関関係をしめしていることが明瞭に観察できるであろう。すなわち、古墳時代中期に入ると、墳形の発達（時間的変化）が相対前方部幅の増大という方向へともつぱら重点が移っていったことを意味している。いっぽう、こんどは前

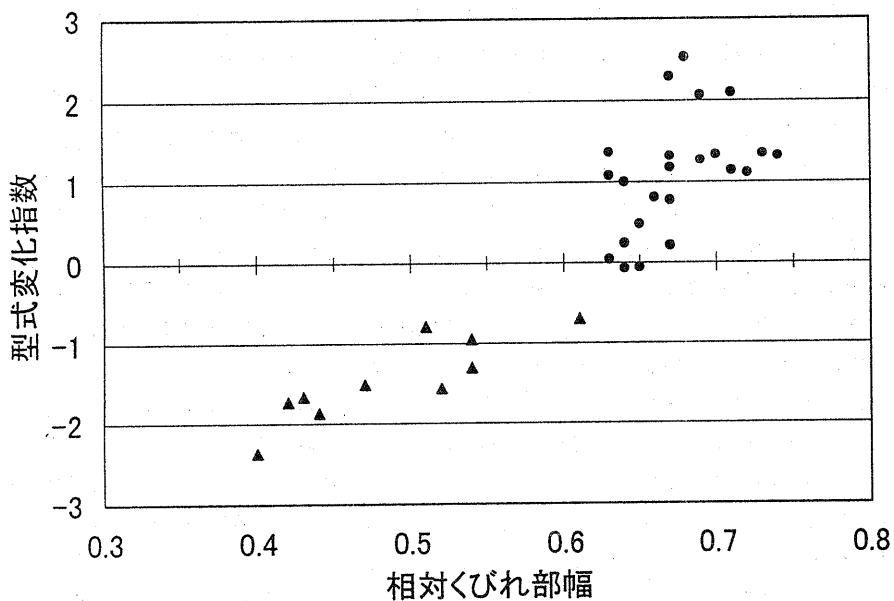


図2 相対くびれ部幅 vs 型式変化指数

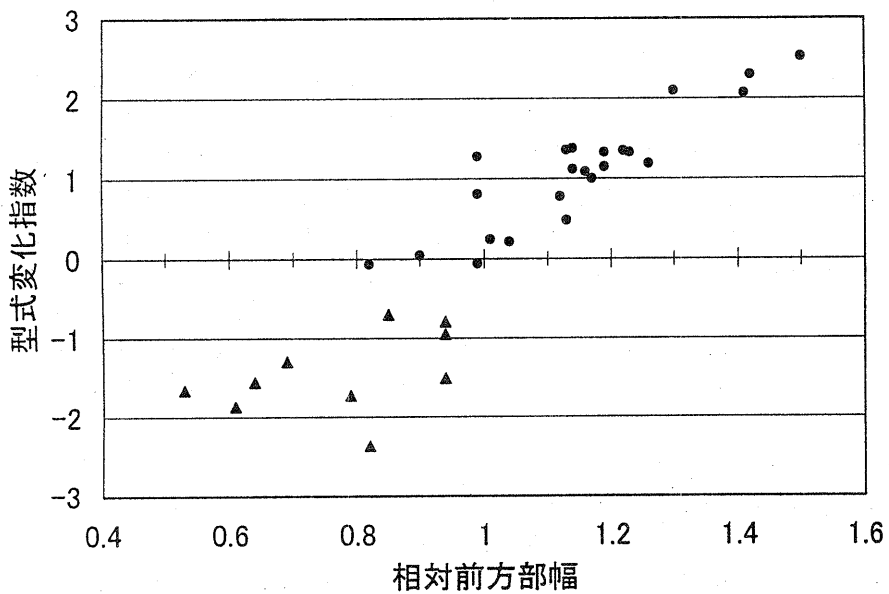


図3 相対前方部幅 vs 型式変化指数

期古墳に相関関係が存在しない（無相関）という逆転が起こっているのはおもしろい。すなわち、古墳時代中期初頭（あるいは前期終末）を境界として、それ以前と以後では主要な墳形の時間的変化がまったく異なったものさしによって測定されることになるからである。

### 3.2 編年座標図

平面企画にかかわる2つの相対値、相対くびれ部幅と相対前方部幅の両方を活用することによって古

墳の年代軸たる型式変化指数の機能をほぼ代替できることが前節までの意味分析によって判明した。型式変化指数を算定するためには、7つの計測値が必要であるが、実際の応用場面において7つの計測値全体を確定することはそう容易なことではない。こうした現実を考えると、相対くびれ部幅と相対前方部幅という平面企画に属する2つの相対値だけで墳形の時間的変化を測定できることの利便性はきわめて高い。2つの相対値を算定するために必要な計測値は、後円部径  $b$ 、くびれ部幅  $c$  および前方部幅  $d$  の3つであって、7つの計測値全体をもとめることにくらべればはるかに手続きは容易になる。古墳の年代軸たる型式変化指数の機能を2つの相対値によって代替させるためには、古墳時代中期初頭（あるいは前期終末）とみられる境界の前後で適切に相対値をつかい分けることが必要になる。

図4はこのような意図をもって試作した判定図（編年座標図）である。下線横軸に相対くびれ部幅の目盛り、右縦軸には相対前方部幅の目盛りをきざんだ座標図であるが、主要な3つの境界値からのびる境界線が座標全域を4つのゾーンに分割している。すなわち、相対くびれ部幅における境界値  $0.63$  から垂直にのびる境界線が描かれ、相対前方部幅における2つの境界値  $0.80$  と  $1.28$  からそれぞれ水平にのびる境界線が2本描かれている。 $0.80$  は中期古墳の相対前方部幅の下限値として、また  $1.28$  は中期と後期を分ける境界値として設定した。なお、3つの境界線以外の直線のうち、前期古墳と後期古墳の相対前方部幅の上限値としてそれぞれに設定した  $1.00$  および  $1.50$  の2点からのびる水平方向の直線がある。いっぽう、編年座標図の右下部分（網目）は無効ゾーンであって、図2と図3の散布図において無相関状態となる相対値の区間がつくりだす範囲である。

#### 4 むすび

本稿の目的は、実数計測法において中心的な役割をはたす型式変化指数の機能を平面企画のなかで再現する糸口をみつけることにあった。カ点は、古墳の時間軸たる型式変化指数が平面企画に属する相対値のうちのどれに、どのように関連するかをみいだすための意味分析におかれた。この結果、相対くびれ部幅と相対前方部幅の2つが特別なしくみで墳形の時間的変化と密接なかかわりをもつと判断するにいたった。とくに、相対くびれ部幅の重要性が浮上したこの意味は大きい。これまで前方後円墳の相対くびれ部幅（後円部径に対するくびれ部幅の比率）が形態研究において正面からとりあげられ、考察の対象とされた事例は、筆者の知るかぎりまったくない。かくして平面企画における主要な変数としてしぼりこんだ相対くびれ部幅と相対前方部幅の機能を積極的に活用するため、試案として編年座標図を作成した。これに関する妥当性の検証にはこしばらくの試行期間が必要と考えている。

#### 【参考文献】

- [1]末永雅雄：『日本の古墳』，朝日新聞社，1961.
- [2]小沢一雅：『前方後円墳の数理』，雄山閣出版，1988.
- [3]小沢一雅：「前方後円墳のパターンマッチング」，『情報処理学会誌』，17巻，12号，1105-1112，1976.
- [4]小沢一雅：「前方後円墳の形態研究とその計数的方法の試み」，『考古学研究』，25巻，2号，29-46，1978.
- [5]K.Ozawa: Classification of the Keyhole Shaped Tombs by Template Matching Method, *IEEE Trans. on Computers*, Vol.C-27, No.5, 462-467, 1978.
- [6]小沢一雅：「古墳の形状復元とシステム化」，『情報処理学会論文誌』，32巻，6号，756-765，1991.
- [7]K.Ozawa: ASM: An Ancient Scenery Modeller, *British Museum Occasional Paper*, No.114, 109-118, 1996.

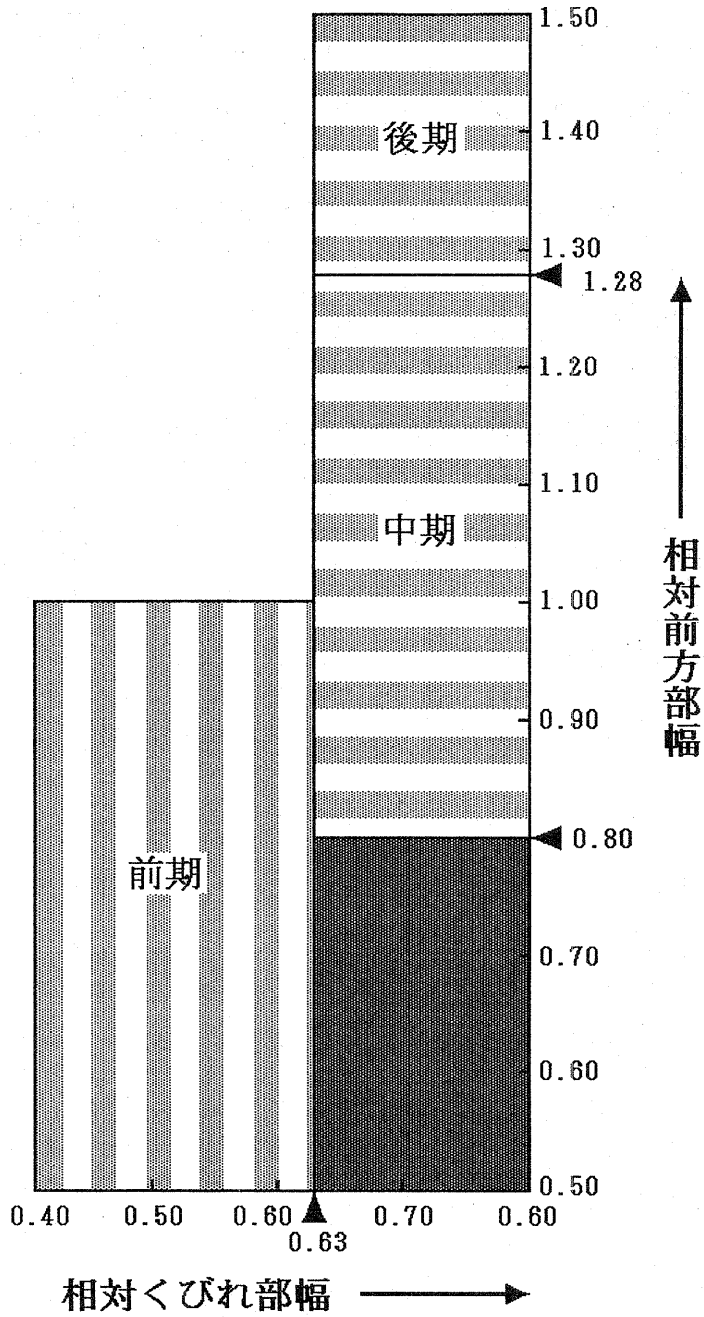


图4 編年座標図

