

大和条里計画の使用尺度と測量技術に関する検討*

The Linear Scale and the Surveying for the Land use Block Planning in the Yamato Plane

須股 孝信**

by Takanobu Sumata

要 旨

奈良平野に見られる条里土地区画の大きさと方位の実態、並びに、国宝「額田寺伽藍並条里図」¹⁾の図面縮尺を検討し、その両者から条里の計画・施工に用いられた尺度と設計・測量技術について考察した。

条里土地区画の大きさと方位は、1区画656.2m四方の完全な正方形で施工され、南北方位は真北に対し西へ約25'振れており、古道、下ッ道の振れと同じであることが分かった。使用尺度は29.2cmを用い、条里1区画を375歩とし、耕地360歩、条里界・坪界の道と水路幅に15歩をあてた可能性がある。

条里方格設定の測量は、周髀算経、九章算術等の天文・幾何・数学を修得し、精緻な技能と、熟達した観測・計測技術を有する技術者集団によって実施されたと考えられ、下ッ道とあまり変わらない時期の施工と想定される。

1. まえがき

条里制は阡陌の法として古代に施行された。奈良平野の空中写真や1/10,000平面図を見れば、水田の土地区画、水路、溜池の位置などによって、それらが東西・南北方向の線によって整然と区画されているのを知ることができる。しかし、この阡陌の法を、いつ、誰が、施行したのか、成立については明確でない。

日本における条里方格地割に関する課題は、計画・施工の内容など、技術的な立場からの検討が不可欠と考えられる。

2. 大和国条里1区画の大きさと方位の検討

(1). 条里1区画の大きさ

大和国条里復原図²⁾によって条里1区画(6坪×6坪)の大きさを計測すると、東西・南北方向とも延長650~660mが圧倒的に多い。条里1区画の施工延長を知るため、条里復原図を参考に、1/10,000地形図を用いて検討した。検討は後に記す額田寺伽藍並条里図との比較を行う関係上、大和の古道・中ッ道から西側を対象とした。

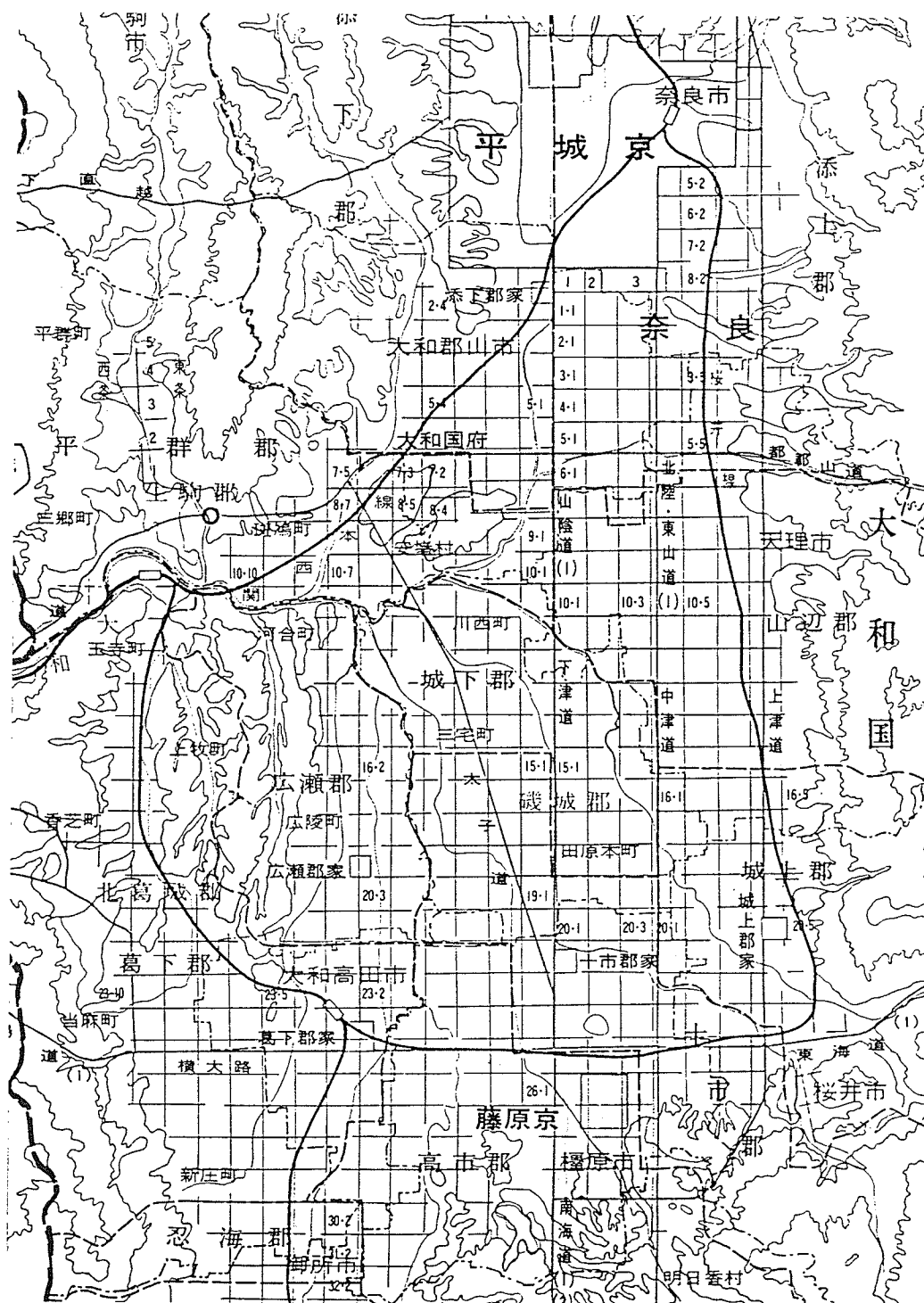
1/10,000平面に見られる条里の坪界は、東西・南北方向とも凹凸がみられる。そのため目視によって凹凸の中心位置に直線を引き、この直線によって1区画の延長および条里方格線の方位を求めた。

a). 南北方向

条里坪界が比較的明瞭な中ッ道と下ッ道のほぼ中間を選び、南北22区画から1区画の延長を求める。22区画の南北両端位置の推定誤差を無くし、南と北の1区画に傾向的違いがないか否かをチェックするため、移

* Keywords : 条里、古代尺度

**正会員 (株)建設技術研究所 (〒103 東京都中央区日本橋本町4-9-11)



図・1 大和平野の条里遺構 『日本歴史地図（原始・古代編）』より転載

動幅1区画、移動平均幅11区画として、1区画の平均延長12箇所を求め、12箇所の平均値をもって1区画の南北方向距離とした。

移動平均幅11区画の1区画平均延長は、12箇所中、最小655.6m、最大656.6m、12箇所の平均値656.0m。

また、11区画の移動平均12箇所の値の分布には、南北の偏りは認められない。

よって、下ッ道に沿う条里1区画の南北方向は656.20mで施工されたことが分かる。

b). 東西方向

下ッ道を挟む東西6坪は約695mあり、他の6坪の延長より長い。これは下ッ道道幅が通常の里界道幅より広がったことによる。そのため下ッ道を避け、1/10,000平面にみる坪界の比較的明瞭な城下郡12条以南を選び、東西4里の延長2ヶ所、東西8里の延長1ヶ所の合計16里の総延長から1区画の延長を求めた。

東西方向16区画の総延長：10,502m。よって、1区画の平均延長は $10,502\text{m} \div 16 = 656.38\text{m}$ 。

この値は南北方向の1区画延長より0.18m長いが、延長算定の対象が南北方向に比べて短く、1ヶ所当りの計測誤差が入る確率も高いことを考えれば、東西方向も南北方向と同じ延長で施工されたと考えられる。

(2). 条里方格地割りの方位

a). 南北方向

1/10,000平面上の南北坪界上に引いた直線のうち、坪界が比較的明瞭な箇所を選び、下ッ道東側2本、西側3本について、南北7Km区間の公共座標軸に対する角度の振れを求めた。結果では座標北に対し西へ15'～29'の範囲の振れが計測され、このうち、中ッ道に近い直線の振れ29'が突出している。この南北方向は坪界が不揃いのため、この値を棄却するものとすれば、平均値は約18分である。この値は考古学的発掘調査により明らかにされている下ッ道の南北方位の振れ（公共座標軸北に対し西へ17'47"）³⁾と同じである。下ッ道付近の子午線収束角は約7'であるから⁴⁾、振れの値に18'を用いれば、条里の南北方位は真北に対し約25'西へ振れていたことになる。

b). 東西方向

耳成山の南約1K付近から北へ2～4区画毎に引いた10本の東西方向6Km区間の坪界上の直線を選び、座標軸に対する角度の振れを求めた。結果では座標軸西に対し南へ0'～20'の範囲の振れが計測され、平均値は約8'、真西との振れは約15'である。

図上による方位の計測には、計測誤差以外に、目視による坪界中心線の引き方に個人差が入る。そのため±5'程度の違いがあるとみなければならない。仮に±5'程度の計測誤差があったとしても、条里の方格地割りは東西方向が南北方向より高い精度で測量されたと言えそうである。しかし、東西・南北の方位差は微々たる値であるから、条里は完全な正方形で施工されたと言えよう。

(3). 結論と考察

a). 上記の検討結果により、大和条里の方格地割りは東西・南北とも656.2mの延長で造られた。条里南北の方位は真北に対し西へ約25'の振れ、東西の方位は真西に対し南へ約15'の振れであるが、図上の計測誤差を考慮すれば、ほぼ同じと見做してもよく、完全な正方形で施工されたと言ってよい。

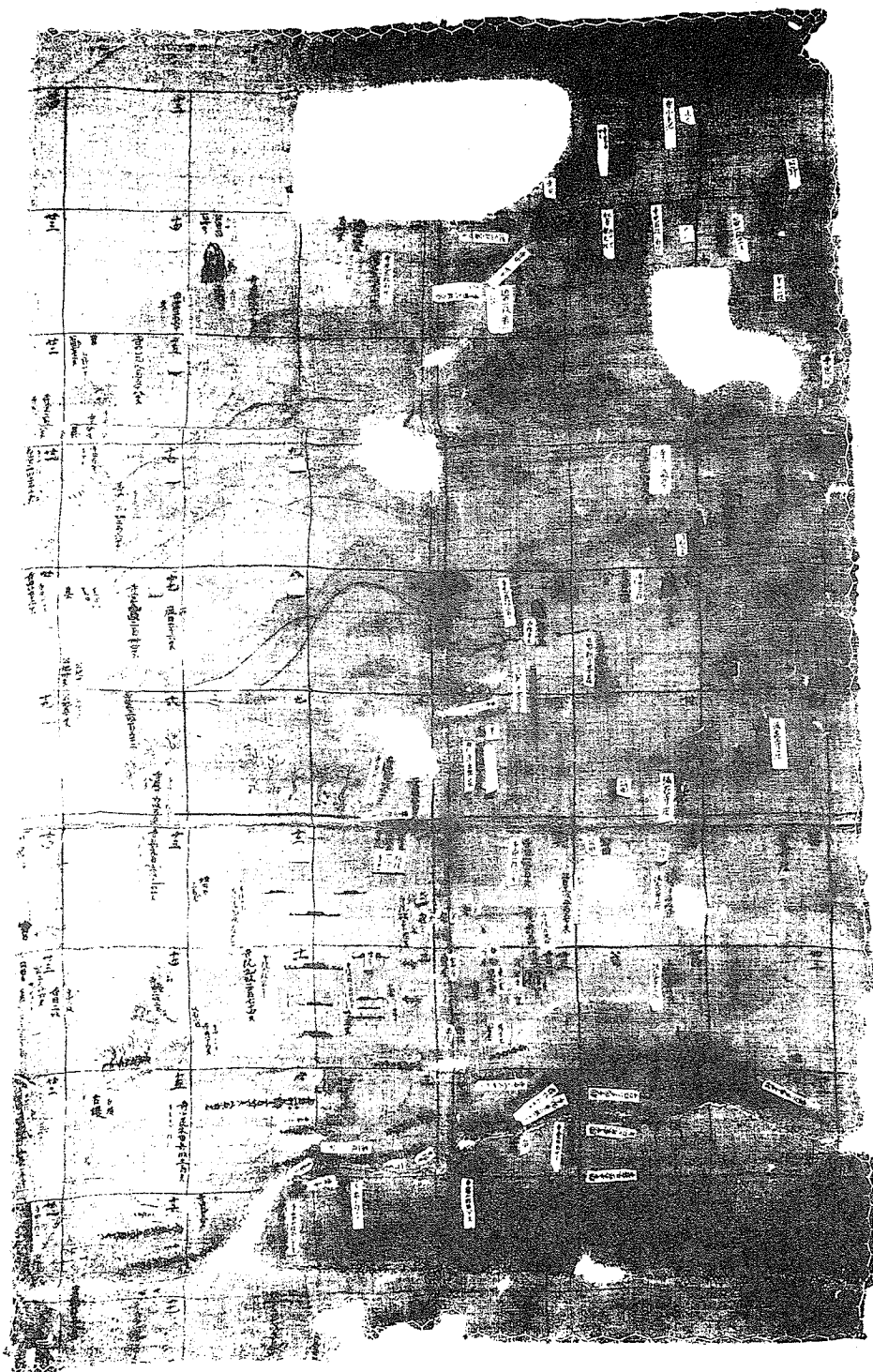
b). 4～8世紀頃の現北極星（ポラリス）は真北から約8°振れ⁵⁾ていた。したがって、この星から真北方位を正しく測ることは不可能にちかい。現代でも真北と北極星には約1°の振れがあり、北極星から20'前後の誤差で真北を定めることはできない。

方位の観測はおそらく、インディアン・サークル法⁶⁾を用い、東西方向を測定したと考えられる。この方法による場合でも正東西方向に対し、25'の誤差で観測するのは至難である。

3. 「額田寺伽藍並条里図」の縮尺と使用尺度に関する検討

(1). 額田寺および「額田寺伽藍並条里図」の概要

a). 額田寺縁起



図・2 「額田寺伽藍並条里図」(国立歴史民族博物館所蔵)
『日本荘園絵図聚影』から転載

当寺は現在額安寺と呼ばれ、奈良県大和郡山市額田部寺町（近鉄線平端駅東南約1.2K）に在る。由来によれば、飛鳥の時代、聖徳太子によって熊凝（クマゴリ）精舎として創建、のち推古天皇（554～628）により額安寺の名を賜ったとされる。石田茂作⁷⁾も飛鳥時代建立寺院46箇寺の一つに、平端村大字額田部の熊凝寺をあげている。しかし、聖徳太子と熊凝寺の関係については仮託⁸⁾とする意見もある。

今は図に見られる大寺の面影はない（図・3参照）。

b)、「額田寺伽藍並条里図」（以下、「国宝図」と仮称）の概要

図は麻布に平群郡九条と十条の三里、四里の坪付を示し、額田寺伽藍の諸建造物の他、寺領と他領の境界線、各坪には寺領の地目と面積を、私領には所有者名を記し、道路、丘、墳墓、榜示の石柱等が描かれ、文字面には大和国印が押されている。

図は左右と下部が切断され、横方向（縦糸方向）3か所で綴じ合わせている。図は縦方向、横方向にも欠損箇所があり、その部分を縮めて無理な綴じ方をしているため、縦方向の線には不連続箇所が生じている。

古絵図、荘園絵図等によっても、坪並と条里界の道幅、条里以外の建造物が、この図ほど詳細に描かれた例は少ない。さらに近年、「国宝図」の復原過程におけるX線撮影により、伽藍に描かれた建造物の全貌、墓と記す箇所に描かれた古墳の位置・形状が明らかにされ、図面の精度、縮尺、等の検討が可能となった。

(2)、「国宝図」から想定される諸情報

- ①：図に見る条里の方格は、図に欠損のない部分にも歪みが生じ、縦糸方向が横糸方向より少し長い。
- ②：大和国条里復原図によれば、当地域には条里遺構の特徴を示す小字名がなく、遺構は記されていない。
当地域の中央一帯は高さ10m程度の山々が広がるため、不適地として条里は計画図だけ作成され、実際には施工されなかったと想定される。
- ③：額田寺伽藍の南北に並ぶ主要建造物の中心線は、四里の南北坪並界と一致している。これは伽藍創建時は条里計画に基づく三里・四里界の道路位置が現地に示され、伽藍はその位置を基準に計画されたとして想定される。
- ④：伽藍主要建造物以外の付属建造物は、条里計画図の三里・四里界の道路上に造られている。これは条里図通りの道路が実施されなかったことを示すとともに、伽藍建造物等の記入は、既に存在していた条里計画図面、あるいは計画図の写しの図上に描かれた可能性が高い。
- ⑤：同図の模写図⁹⁾は「国宝図」縦・横の歪んだ坪界や破損箇所など総てを正確に写している（図・2参照）。ところが、大和国印の額縁には歪みが見られず、完全な正方形（図上計測による実物換算寸法は5.80cmである）を保っている。これは、図面の伸縮等による歪みが既に生じた後に、大和国印が押されたことを示し、条里計画図の上に、額田寺に関連する測量結果を描いた可能性を示唆する。
- ⑥：私領には所有者名、巨勢朝臣古万呂家（宝字8年、從五下に叙せられる¹⁰⁾）、中臣朝臣毛人家の名が見られ、伽藍・寺領の測量とその結果の記入は、8世紀中葉と考えられる。
- ⑦：十条四里十坪の下方東隅から分岐し、十条三里二十六坪、三十五坪の中程を東西に走る水みちは、佐保川出水時の分流によって生じた水脈筋跡とみられ、出水時は中洲が生じていたと考えられる。この水脈筋の出現は佐保川右岸側への蛇行が進行しつつあった可能性を示唆する。

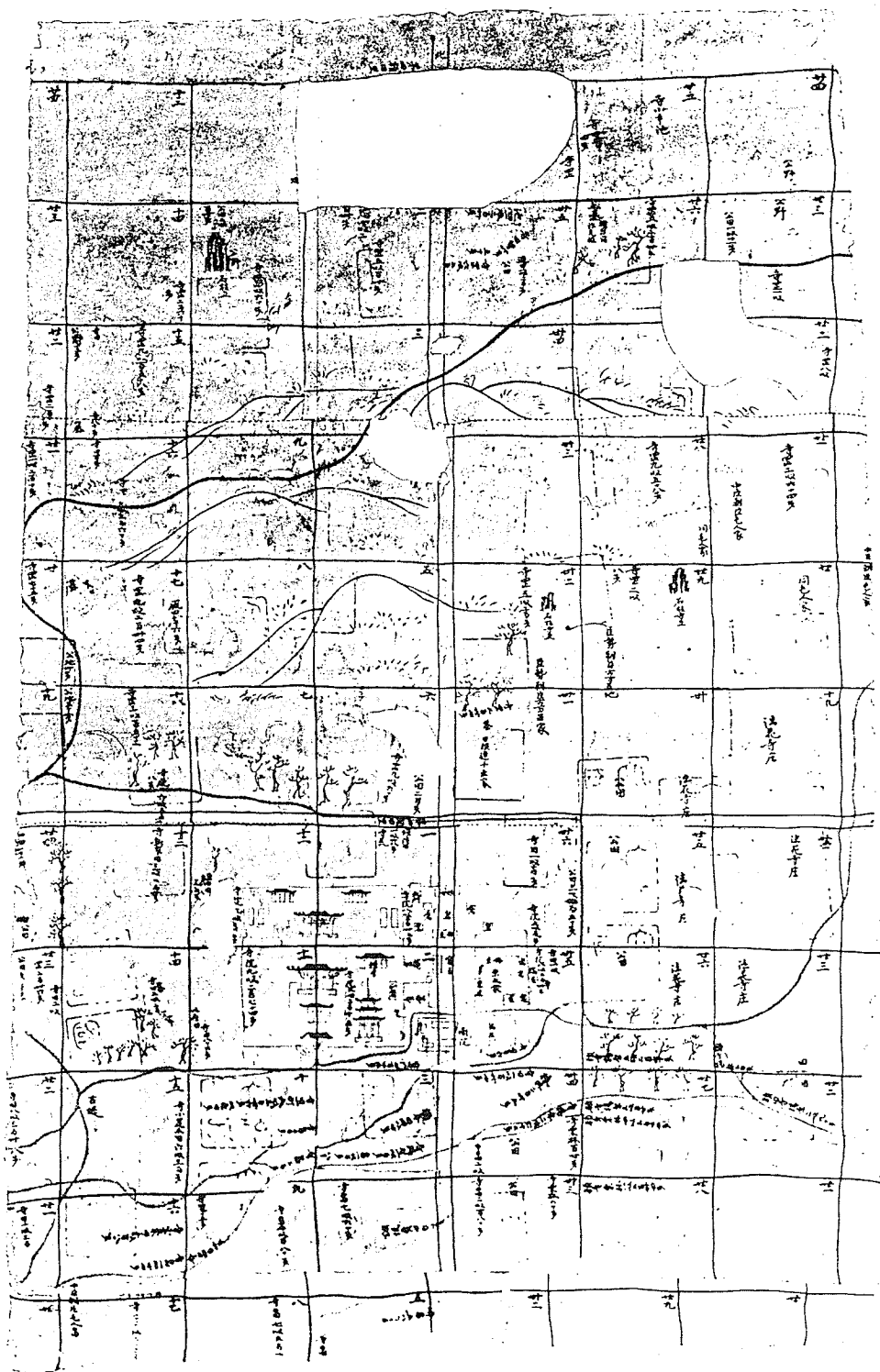
(3)、「国宝図」の図面寸法と縦・横の伸縮について

a)、「国宝図」の方格寸法

「国宝図」の寸法は113.7×72.5cmである。日本荘園絵図聚影¹¹⁾による図面（約1/2.17縮尺）と、古絵図¹²⁾による1/3.521縮尺図面の両者を用い、図に欠損が見られる箇所を避け、図・4に示す太線部分の寸法を計測した。計測結果を次に示す。

①：南北方向

九条三里と四里の縦方向6か所の3坪分の寸法は、縮尺1/3.521図上で8.88～9.00cm、平均値は8.913cm、よって「国宝図」原寸換算値は31.383cm。1坪当たりの平均寸法は10.46cmとなる。



図・3 「額田寺伽藍並条里図」の模写図
『日本荘園絵図集成』から転載

②：東西方向

図の中央を通る三里・四里界の道幅を含む横方向5か所の6坪分の寸法は、縮尺1/3.521 図上で18.33～18.38cm、平均値は18.350cm、よって「国宝図」原寸換算は64.60cm。三里・四里界の道幅は約1/2.17縮尺図で計測すると0.6cm、「国宝図」原寸換算では1.30cm。

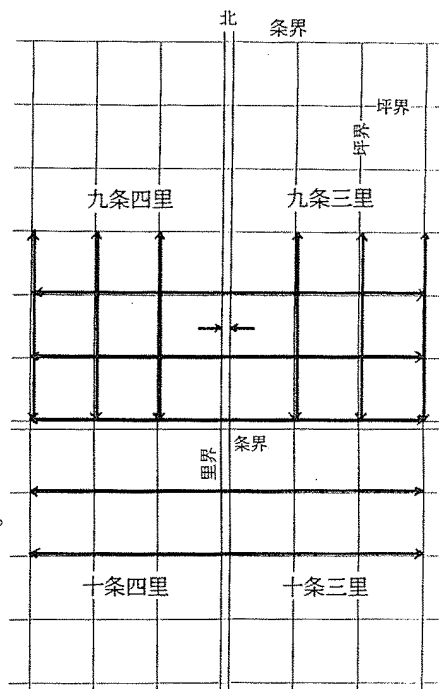
したがって、1坪当たりの平均寸法は $(64.60 - 1.30) \div 6 = 10.55\text{cm}$ となる。

すなわち1坪当たりの平均寸法は南北方向10.46cm、東西方向10.55cmであるから、東西方向に対し南北方向が約1%短い。

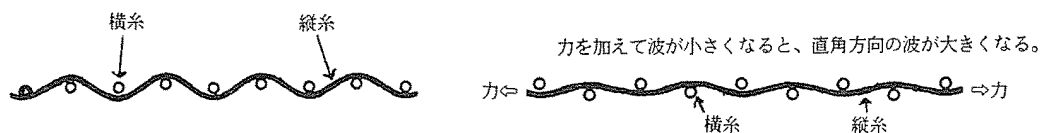
b)。「国宝図」の伸縮について

「国宝図」のX線写真および写真のマイクロ撮影図を参考に「国宝図」に描かれた条里方格の縦・横1%の違いについて、京都工芸繊維大学繊維学部松尾達樹教授からご教示を戴いた。内容を要約して次に示す。

- ①：図の方格が正方形に描かれていたとの前提で、図が描かれた後に、縦糸（東西方向）に力が加わった状態におかれていたのか否か。
もしそうであれば、下図の原理（Crimp interchange）により、横糸方向が縮む。



図・4 図面寸法の計測箇所



図・5 Crimp interchange の説明図

②：もし①が、否であれば、

- ②₁：図が描かれる前に、伸ばされた状態にあった（残留歪み）か否か。
②₂：もし②₁が、否であれば、縦糸と横糸の種類が違っていたか否か。
②₃：もし②₂が、否であれば、縦・横の差の発生理由は考えにくい。

普通は縦糸の方が縮み易く、そのときは横糸は縮まない。「国宝図」は普通の伸縮とは逆の関係にある。力が縦・横平衡状態にあれば伸縮は生じない。

大和国印に歪みが見られないことから、図面の歪みは国印が押された後に生じたものではない。したがって歪みの生じた時期、原因は次のように考えるのが妥当であろう。

「伽藍・寺領等を描くとき、横糸方向に力を加えて布地を固定し、描き終えて力が解放され、平衡状態に戻ってから国印が押された。」

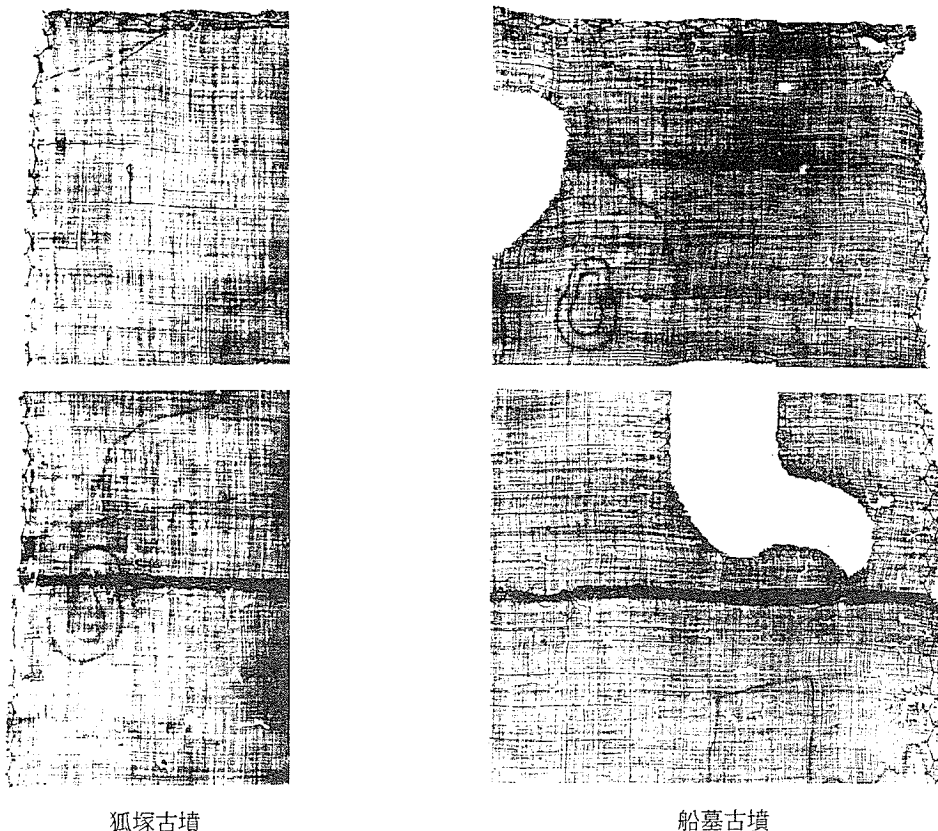
そのように考えれば、crimp interchangeの原理から言っても、方格の縦・横の寸法は両者を平均するのが適切と判断し、「国宝図」原寸1坪の寸法を $(10.46 + 10.55) \div 2 = 10.51\text{cm}$ として使用した。

(4)。「国宝図」の縮尺について

a). X線写真による墓の位置・形状の方格図への記入

「国宝図」1坪当たりの寸法を10.51cm四方、条里界道幅を1.30cmとし、図面の欠損が生じる前の方格図を作成する。図は原寸の1/2.5縮尺で作り、その方格図上にX線撮影で写し出された古墳を記入する。

図・6にX線撮影により写し出された狐塚・船墓の両古墳を示した。



図・6 X線撮影により写し出された狐塚、船墓古墳 『日本在園絵図聚影』から転載

現在では両古墳とも壊されて原型を止めない。狐塚古墳の上は大和中央道が走り、現地には後円部北東の一部が残っている。船墓古墳は明治17～23年の1/25,000地形図にも記入されてない。昭和23年撮影の空中写真では、船墓跡とされる位置に前方後円墳の存在を示す樹木が茂り、その中央付近に融通寺がある。住職によれば寺院納骨堂直ぐ北側の土地が少し高く、そこが後円部中心付近ではないかと思われる、とのことである。空中写真、現地の地形等より、古墳位置は大きな誤差なく推定可能と判断された。

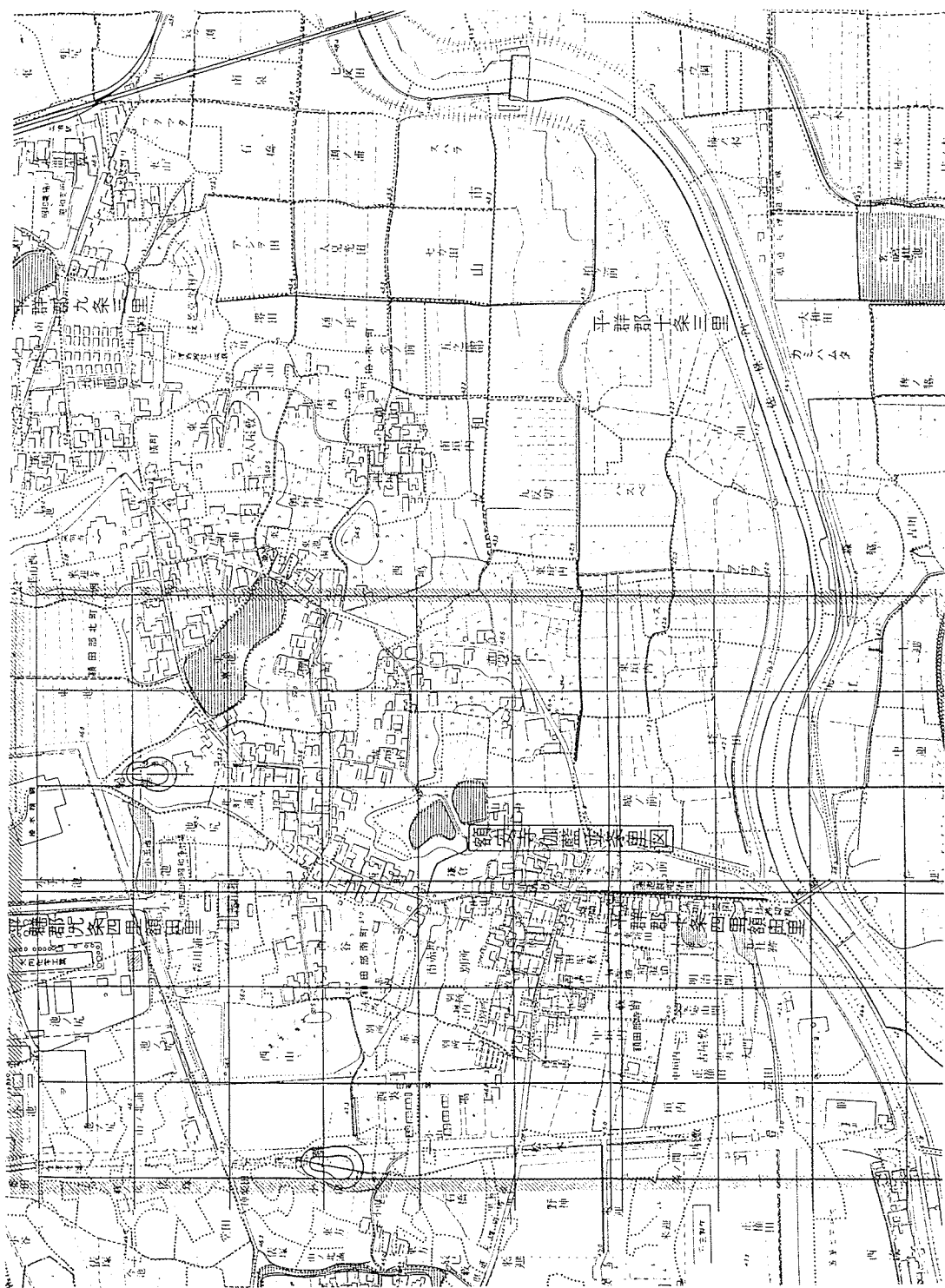
b). 「国宝図」の縮尺と条里の整合

「国宝図」の条里1方格寸法は、6坪分の寸法 $10.51\text{cm} \times 6 = 63.06\text{cm}$ に、条里界の道幅 1.30cm を加えた値 64.36cm である。第2章で算出した条里1方格の施工延長は 656.2m 、したがって「国宝図」の条里図は縮尺1/1,020で描かれたことになり、「国宝図」原寸法の1/2.5縮尺図は1/2,550縮尺の図面に相当する。

なぜ、そのような縮尺が用いられたのであろうか。「国宝図」全体が縮んでいた、との見方もあるが、本来、条里平面図は坪付と各坪毎に地目・面積を書き入れるのが目的であるから、地形図や条里施工図と異なり、図面縮尺は幾らであっても差し支えない。したがって図は、理解し易い寸法で作成するのが好ましい。

すなわち、「1坪は60歩四方であるから、尺では360尺四方である。そのため3.6寸四方で1坪を作画した。実際の条里施工では、耕地60歩四方とは別に坪界の道と水路幅をとり、それを1坪と称した。そのため図面の寸法は坪界の道と水路幅の分、2%だけ短くなった。」と解釈するのが自然な見方であろう。

ここでは、「国宝図」原寸法の1/2.5縮尺図を2%拡大して1/2,500縮尺の方格図を作り、1/2,500地形図に重ね、古墳位置の整合を見た。両図による二つの古墳の東西・南北方向の隔たり誤差は、約3%だけ方格図の古墳隔たりの方が大きい。



図・7 「額田寺伽藍並条里図」縮尺から想定される条里方格と古墳位置の整合

『大和国条里復原図』（奈良県立橿原考古学研究所保管）より転載（図上に条里方格図を重ねて複写）

図・7は1/2,500方格図を1/5,000に縮小し、条里復原図に重ねて示した。図より、二つの古墳位置はほぼ整合しているが、東西方向の坪界、九条・十条界の位置は、東側条里、坪界の延長上になく、南北方向には大きな「ずれ」が生じている。

「ずれ」の大きさから推測すると、原因は縮尺の違いにあるのではなく、つぎの二つにあったと想定される。①：南北方向の測量基準点を九条・十条界の位置とし、その位置設定に測量誤差による「ずれ」があった。②：20～30歩間隔で現地に杭を入れ、坪界の位置を杭一つ分間違えて測量したため、二つの古墳間の位置関係は正しく、条里方格図が杭一つ分だけ南へ「ずれ」た。

仮に①が正しければ、測量時点には九条・十条界の三里・四里には条界の道はなく、位置標示もされていなかったことになる。条里復原図によれば九条・十条界の三里・四里には条界の道はないが、三里の東西両端約2坪を除く4坪分には道が作られている。しかし、この東端は佐保川の蛇行によって途切れたものであり、主要道としての機能は既に失われていたと考えられる。そのため①の可能性は十分にあり得る。

(5). 条里図の使用尺度と測量基準点誤差原因の考察

a). 条里図の使用尺度

①：「国宝図」に描かれた1坪の寸法10.51cmを3.6寸とすれば、1寸は2.92cm、1尺は29.2cmとなる。

この値は前期難波宮址の発掘調査から推定されている造宮尺¹³⁾と同じである。この長さは、天平尺といわれる正倉院に残る牙尺約29.6cmより短く、唐大尺(29.3～29.4cm)¹⁴⁾よりも少し短い。

仮に、「国宝図」が縮んでいたと仮定し、1坪の長さが10.51cmの2%増し10.72cmであったとすれば、1坪の施工延長は107.2m、1尺は29.8cmとなり天平尺より長い。

図面と施工に使用する「ものさし」は、単位は異なっても同一尺度を使用するのが常識である。したがって、伽藍・寺領の測量時に天平尺が用いられたならば、「国宝図」の条里は、条里施工時に作られた図面の写しであった可能性がある。

②：条里施工尺度を29.2cmとすれば1歩は約1.75m。したがって条里1区画の延長656.2mは約375歩となり、360歩との差15歩が、条里界、坪界の道と水路幅となる。「国宝図」から求められる条里界道幅13mは約7.5歩、よって、坪界5ヶ所の幅が7.5歩、1ヶ所当り1.5歩と計算される。

坪界の道に沿って設けられる水路は、豪雨時の田越しの流下を避けるため、水路の大きさは排水量から決められたと考えられる。平野部の地盤傾斜は緩やかなため、素掘りの水路で施工すれば雑草によって粗度は増す。1.5歩の値を道幅と6坪分の排水を受け持つ水路幅と考えれば、水路幅として1.5歩の半分程度が必要であろう。したがって、坪界1ヶ所の幅を1.5歩と考えても不当な値ではない。

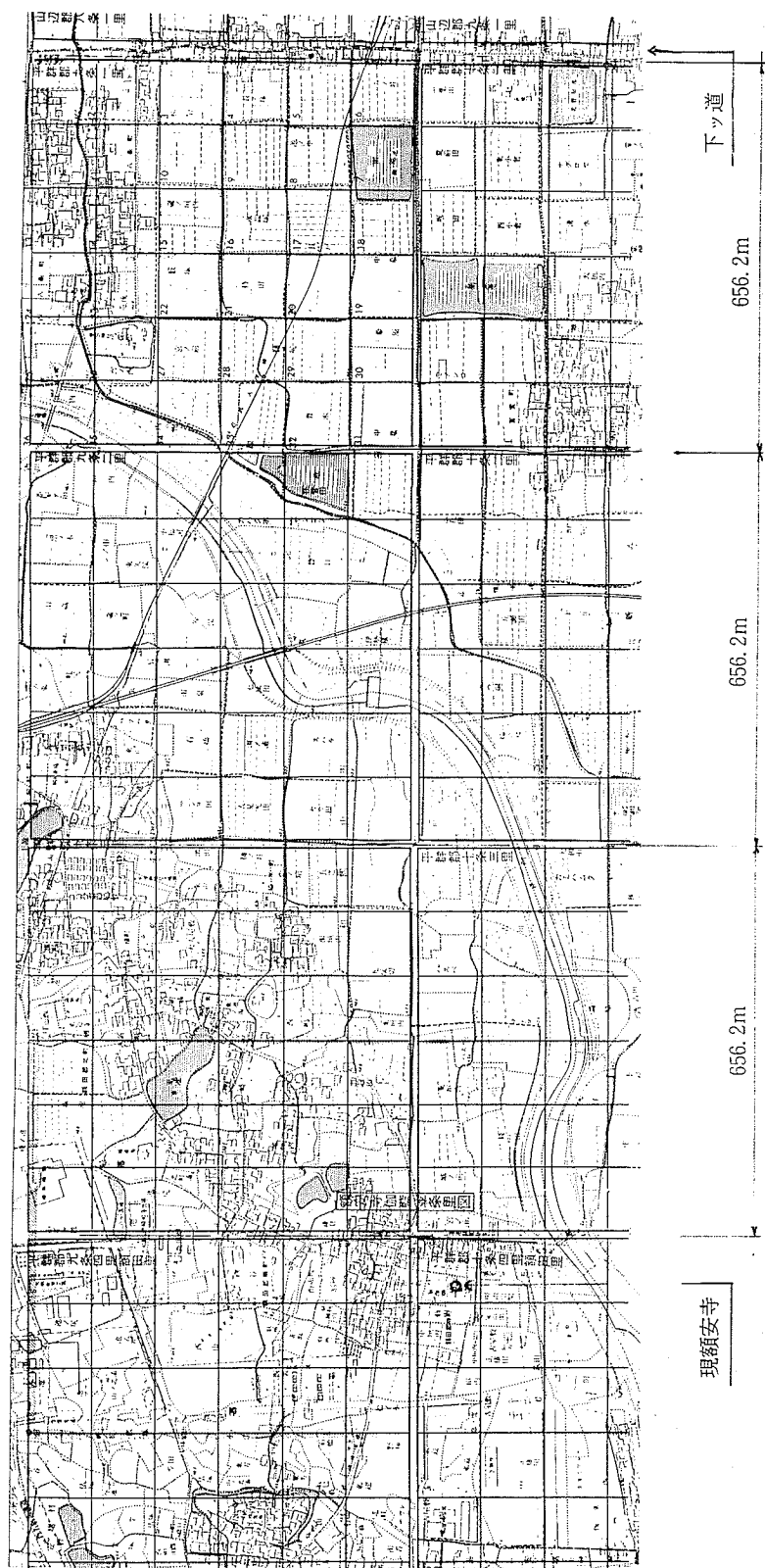
以上、条里施工の使用尺度は29.2cmであったと予想され、条里1区画は耕地に360歩、道と水路幅に15歩をとり、375歩で施工された可能性が強い。図・8は条里本来の施工計画と思われる方格図を、条里復原図に重ねて示した。

b). 測量基準点と誤差の原因

①：伽藍、寺領の測量は伽藍付属建造物が造られた後である。その時点で条里計画図はあったけれども、条里が施工されていなかったため、伽藍との位置関係が分からず、測量は九条・十条と三里・四里界の交差位置の設定から始めたと想定される。

②：当地域は東方と南方に河川が流れるため、遠方に見る条里は、こちらに向かう途中で切れる。そのため、遠方の条里延長上の位置を定めるときの測定誤差が、「ずれ」の原因になったと考えれば、納得でき、また十分にあり得ることである。

③：こちらに向かう一直線の道が途切れる場合の、延長上の位置設定は、延長上の高い場所からの測定が必要である。九条三里・四里界には標高55m程の小山が連なり、南方の施工済み道路(標高42～45m)延長上は、山から測定することが可能である。しかし、九条と十条界には高い場所がなく、東方の地盤傾斜の延長にある。そのため直線道路を鉛直方向の線として見る長さは限られる。



図・8 条里施工想定方格の検証図

(『大和国条里復原図』(奈良県立橿原考古学研究所保管)より転載(図上に条里方格図を重ねて複写))

仮に、1 km先で途切れる直線道路を遙か遠方まで見通し、縦方向に見える路肩の見通し線が、鉛直線に対し1°の角度で振れる場所を、道路の延長上と見做して位置を定めれば、実際の延長上の位置とに約17.5mの「ずれ」が生じる。

「国宝図」は測定誤差によって生じた「ずれ」のある九条・十条界を起点とし、実測60歩毎の坪界を現地に設定し、測量結果を条里写し図の上に記入した可能性がある。

4. まとめ

- ①：古代の大和に設けられた条里は、1 方格656.2m四方の完全な正方形で施工された。方格の方向は真北に対し、約25′ 西へ振れ、古道・下ッ道の振れと同じである。
- ②：条里施工に使用された尺度は29.2cmであったと予想され、条里は 375歩四方で施工され、耕地を360歩、条里界および坪界の道幅と水路幅に、15歩を当てた可能性が強い。
- ③：真北・真南を25′ 以内の角度誤差で定めることは、磁石の使用、北極星の観測では不可能と言ってよい。現代の測量機器によっても、理論値を用いない限り不可能である。
また条里方格子点の位置の設定に、地表を直接計測し、正確な方格を定めることは不可能にちかい。
- ④：方位の観測は周髀算経・卷上から推測される、インディアン・サークルと呼ばれる方法によったと想定される。この方法による場合でも、円を描く板は完全に水平に据え付け、円中心点に立てるノーモンも完全に鉛直でなければ、25′ 以内の誤差で正東西を定めることはできない。
また距離の計測には、九章算術による広・遠を測るための手法、直角三角形の利用による観測が用いられたと想定される。
- ⑤：上記①は、正に驚嘆させられる事実である。周髀算経、九章算術などの天文・幾何・数学を修得し、精緻な技能と、観測・計測に熟達した技術者集団によってなされた測量成果と考えられ、高度な技術内容からみても、大和平野の条里は下ッ道とあまり変わらない時期の施工と想定される。

註および参考文献

- 1) 京都国立博物館編『古絵図』・1969
- 2) 奈良県立橿原考古学研究所編『大和国条里復原図』・1980
- 3) 町田 章『平城京』・ニュー・サイエンス社・1986・P24
- 4) 筆者の計算によれば、藤原宮で約6′ 26″、平城宮（一次）で6′ 55″である。
- 5) 藪内 清『中国の科学と日本』・朝日新聞社・1978・P51
- 6) 藪内 清編『中国天文学・数学集』・朝日出版社・1980・P29
- 7) 石田茂作『飛鳥時代寺院址の研究』・大塚巧芸社・1944・P24
- 8) 『国史大辞典』・吉川弘文館・1983・大安寺の項
- 9) 西岡虎之助編『日本荘園絵図集成』下・東京堂・1977
- 10) 竹内理三・山田英雄・平野邦雄編『日本古代人名辞典・3』・吉川弘文館・1961
- 11) 東京大学史料編纂所編『日本荘園絵図聚影』三（近畿二）・1988
- 12) 前出1)
- 13) 中尾芳治『難波京』・ニュー・サイエンス社・1986・56
- 14) 日本計量史学会『計量史研究』Vol.15 No.1・P76

落合重信『条里制』・吉川弘文館・1967

小泉袈裟勝『ものさし』法政大学出版局・1977

『日本歴史地図』（原始・古代編・下）・柏書房・1982