

# 平安京における空間情報システムの整備と条坊復原 Preparation of Spatial Information System and Reproduction of the HEIAN Capital

宮原 健吾

Kengo MIYAHARA

財団法人 京都市埋蔵文化財研究所

〒602-8435 京都市上京区今出川通大宮東入元伊佐町265-1

Institute of Archaeological Research Kyoto

Imadegawa-omiya,kamigyō,KYOTO 602-8435, JAPAN

内田 賢二

Kenji Uchida

ライカジオシステムズ株式会社

〒113-6591 東京都文京区本駒込2丁目28番8号 文京グリーンコート21F

Leica Geosystems K.K.

Bunkyo Green Court21F,2-28-8 Honkomagome

Bunko-ku,TOKYO 113-6591, JAPAN

## あらまし：

本稿は平安京における条坊復原と空間情報システムの整備が今日に至る経緯を歴史的順に並べ、ダイジェストとして記述したものである。また平安京の数値復原モデルを実際に作成した過程を、条坊復原の当事者である内田賢二氏にお願いして当時の原稿を再録した。

## Summary:

Reproduction of the HEIAN Capital and a spatial information system arranges in historical order the circumstances which result by the end of today, and describes this paper as a digest.

Moreover, I asked of Mr. Kenji Uchida who is a person concerned with HEIAN Capital reproduction of the process which actually created the numerical model of HEIAN Capital, and the manuscript of those days was re-recorded.

## キーワード：

京都、平安京、条坊制、測量システム、基準点、最小自乗法、GPS、古代国家

## Keywords:

KYOTO, HEIAN Capital, Spatial Information System, Latest Square, Datum Point, GPS, Ancient State

# 1 平安京における空間情報システムの整備と条坊復原

## 1. 1 はじめに

延暦13年(794年)に遷都された平安京は、江戸に幕府が開かれるまで日本の首都であった。しかし首都移転によりその政治的地位は低下し、次第に「古都：皇都」としての性格を強めて行く。そして、いつしか平安京を古都として研究する流れが出来上がり、これが今日まで続く平安京の研究の基礎となっている。

本稿は主に平安京の条坊復原について、それがどのように研究されて今日に至ったかを、京都市内における発掘調査と遺跡調査基準点をはじめとする空間情報システムの整備という側面から先学達の足跡を辿るものである。

なお、ここで言うところの「条坊」とは「延喜式」左右京職の京程に記述されている碁盤の目状の区画のことである。

## 1. 2 森幸安による平安京復原

平安京を歴史地理的側面から復原しようとする研究は、18世紀半ばに森謹齋幸安によって始められた。その成果は、寛延3年(1750年)に製作された「中古京師内外地図」と宝暦3年(1753年)に製作された「中昔京師地図」として今日に見ることが出来る。特に「中古京師内外地図」は、平安遷都から応仁の乱以前の京都が、当時の文献・資料などを使い、歴史地図として復原されている。平安京を歴史的地理空間として復原する研究はここに始まったと言っても過言ではない。

## 1. 3 裏松光世(固禪)による大内裏図考証

宝暦事件に連座し、永蟄居処分を受けた公家である裏松光世(固禪)は、「拾芥抄」などの資料と古図を用いて「大内裏図考証 全55巻」を完成させる。その研究成果は天明の大火(1788年)で焼失した御所を再建するための基本資料として利用された。さらに文化年間(1804~1818)には内藤広前により更訂が加えられ、より完成度の高い資料となった。

## 1. 4 平安通誌と平安京全部実測図

明治27年(1894年)の遷都1100年の記念事業として湯本文彦を中心に「平安通誌」が編纂された。その付図として作成された「平安京全部実測図」は、京都市内を実際に測量して縮尺1/8,300の地図を作製した上に、「延喜式」左右京職の京程に基づいて復原された平安京の条坊を書き込むという、これまでの条坊復原図と違った近代的な手法が取られた。さらに重要なことは、この作業過程において平安京を造営する際に使われたであろう「造営尺」の実長(30.29cm)が求められたことであり、近代的な平安京の復原はここから始まった。

## 1. 5 杉山信三氏による条坊復原(1977年)

杉山信三氏(当時奈良国立文化財研究所)は、昭和35年から始まった西寺の発掘調査で得られた伽藍中軸線から現存する東寺伽藍中軸線の距離を実測し、それを3,000尺で割り造営尺(29.91cm)を求めた。さらに、後の調査で金堂と南大門の遺構を検出し、それらの位置関係から造営方位(真北より西に22~29分振れる)を求めた。これは、これまでの復原と異なり、実際に発掘調査で検出された遺構を復原の基本にした初めての考古学的復原である。この成果を元にした杉山氏の条坊復原図は、後に京都市都市計画図1/2,500上に書き込まれ、後の調査において使用され、ほぼ矛盾がないことが確認されている。

## 1. 6 平安京における発掘調査体制の確立

昭和45年(1970年)、京都市に文化財保護課が誕生し、平安京内における工事に対して、行政がチェック出来る体制が整備された。その結果、発掘調査が恒常的に行われるようになり、発掘調査件数は指数級数的に増大し、膨大な資料が蓄積されることになった。そして昭和51年になると、それまで平安京内で発掘調査を行っていたいくつかの任意団体が統合・整理されて、財団法人京都市埋蔵文化財研究所が設立された。



ると言うことである。また、当時の地図製作技術は現在と比べると技術的な制限が多く、場所や地形によってはこれより遙かに劣る精度しかないことが実地において確認されていた。このことから、地図上に描かれた条坊復原図を使って精密な議論を展開することは、それ自体が無謀であると言うことが明確になってきた。

遺構の記録に国土座標を導入して以降、統一した座標系において品質の揃った記録が蓄積されるようになり、地図上では到底不可能な、精度の高い遺構間の空間解析が可能になった。そしてそれは、更に高精度かつ記述媒体に依存しない条坊復原モデルの登場を待望することとなった。

### 1. 10 内田・平尾による数値モデル復原

1981年、京都市埋蔵文化財研究所の内田賢二氏（現ライカジオシステムズ）と平尾正幸氏は、延喜式の左右京職京程から平安京の数値化された条坊モデルを作成し、発掘調査で発見された確度の高い32カ所の条坊遺構を使い、数値化された条坊モデルによる平安京の復原を試みた。その結果、これまでとは比較にならない高い精度で、造営尺（29.83cm±0.67mm）と造営の振れ（座標北に対して-0度14分32秒±48秒）を得ることが出来た。その成果を元にした平安京の復原モデルは、何回かの改訂（ほんの僅か

あるが）を重ねつつ、今日まで平安京における発掘調査の最も基本的な資料として広く使われており、後年の発掘調査における結果も、その復原精度の高さを証明しており、平安京が今日の基準から考えても、非常に高い土木技術を持って、造営されたということが容易に推測される。

### 1. 11 空間情報システムの完成

1982年に測量システムと平安京の数値モデルが完成したことと、測量計算用にパーソナルコンピュータ（NEC PC-8801）が導入されたことにより、測量作業の終了後は迅速に「測量カード」と「条坊カード」が出力可能になった。

「測量カード」とは、発掘現場に設置した基準点の空間情報である平面直角座標系（第6系）における座標値XYと東京湾平均海水面からの高さ（ジオイド）である標高Zが記述されており、基準点測量が終了するとこのカードが自動的に作成される。また、遺物の取り上げや図面の整理のために、国土基本図の図葉番号(ND64-3)を更に細分化した4mx4mのメッシュコードも一緒に表示している。

「条坊カード」とは、平安京におけるの任意の一町の四行八門を、平面直角座標系（第6系）における座標値で表示したものである。プログラムの内部では、平安京の数値モデルと条坊復原で求められた造営尺と造営の振れがパラメー

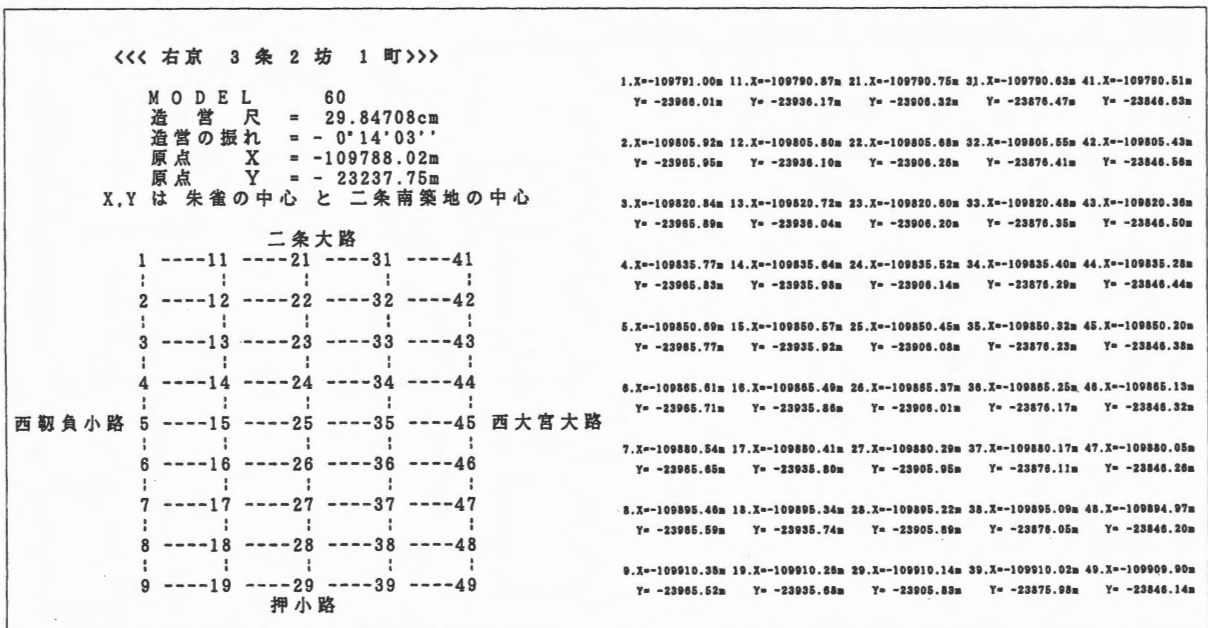


図. 2 条坊カードの例

タとして使われている。復原当時は32箇所のデータによりパラメータを決定していたが、その後発掘調査で発見された条坊遺構を加え再計算を行い、現在は60箇所のデータから求めた値を採用している。そしてそれらの空間情報が整備されることにより、1985年には日本で初めての遺跡GISが開発されるに至った。

### 1. 1 2 測地成果2000とGPSの導入

1997年に建設省国土地理院は「測地成果2000」の構想を発表した。これは明治以来、我が国が100年以上にわたり使用してきた測地体系を大幅に変更するもので、同じ場所を表示する座標値(経緯度)は大幅に変わるようになった。さらにこれまで使用してきた旧測地系は、最新の宇宙観測技術により構築された「測地成果2000」と比べると、長い間に地殻変動によるズレや測量誤差、つまり計算では補正することが困難な非線形な歪みが内部に蓄積されており、新旧の測地間で精度の良い座標変換が可能か否かは不明であった。

また、昭和52・53年度に設置した遺跡調査用基準点も、京都市内における建築規制の緩和により高層建物が増え、基準点間の視通の確保できなくなり、使用不可能な基準点が出てきた。併せて、小学校の屋上に設置した基準点も、京都市中心部のドーナツ化現象により小学校の統廃合が行われた結果、校舎自体が無くなり、多く基準点が亡失した。そこで、京都市埋蔵文化財研究所は、測量作業の効率化と高精度な新旧の座標変換を目的として1998年にGPS(Global Positioning System)を導入して独自の電子基準点を設置、本格的な運用を開始した。その結果、座標導入当時は、数名のスタッフで観測・計算に2日ほどかかっていた基準点設置作業が、現在では筆者一人ではほぼ1日以内になっている。

### 1. 1 3 新旧間の座標変換

2002年4月1日から測量法が改正され、「測地成果2000」が施行されたことにより、旧測地系と新測地系を高精度に変換する作業を開始した。まずはじめに国土地理院が運用している電子基準点を使って京都市内に2カ所の新たな電子基準

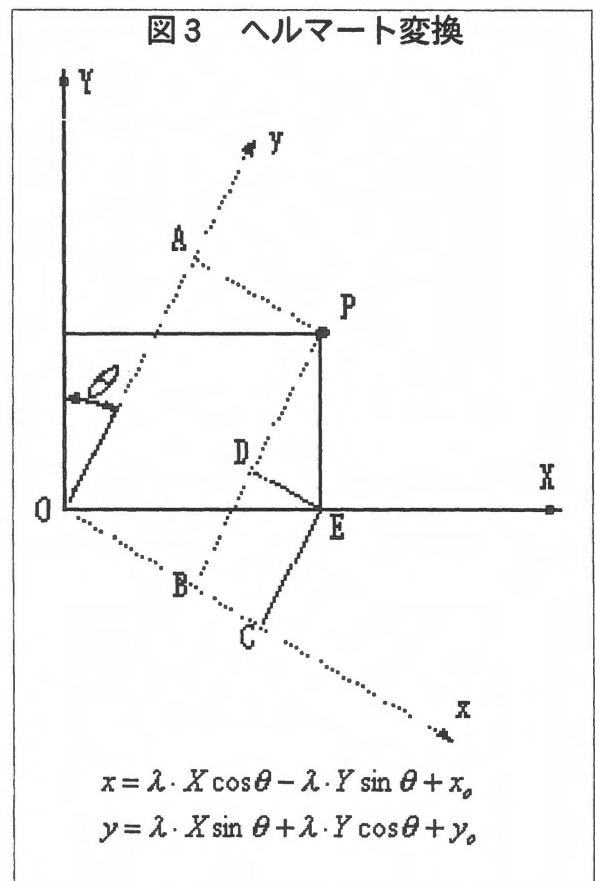
点を設け、座標変換の係数を求めるために、新測地系で旧基準点(13点)を計測した。

座標変換の方法は、平安京の条坊復原の際に使用したヘルマート変換(直交座標変換)であり、座標変換に必要な4つの変換係数(原点X、原点Y、座標軸の回転 $\theta$ 、縮尺 $\lambda$ )も条坊復原時と同じく最小自乗法を用いて求めた。新旧の座標変換精度を比較する対象として、国土地理院が公式に提供しているTKY2JGDと筆者の方法を比較してみると、TKY2JGDが $\pm 7.2\text{cm}$ 、筆者の方法が $\pm 2.7\text{cm}$ であり、我々の用途から考えると、十分な精度で新旧の座標変換が可能であり、過去のデータとの互換性が確保できることが判明した。

### 1. 1 4 まとめ

これまで述べてきたように、平安京における空間情報システムの整備と条坊復原は、お互い理想的な相関関係を保ちつつ、非常に長い時間と多くの人々の尽力により今日まで発展してきた。

図3 ヘルマート変換



## 2 平安京条坊復原のための平均計算

### 2.1 目的

本稿は、南北約5.2km、東西約4.4kmを占める平安京を復原するものである。

使用するデータは、発掘調査で確認された条坊の道路中心あるいは側溝の中心である。位置情報は、平面直角座標系6系を使用する。どのような方法で復原するかは、後述するが、条坊は、延喜式に記載されているある種の設計仕様の丈尺を仮説とし復原する。永年、図上法で条坊復原がされてきたがここでは数値法で行うものとする。したがって、1町の占地は、4点の平面直角座標系6系の座標で表現できる。当然のことながら、条坊方位、造営尺は求められる。

### 2.2 平安京造営尺・条坊方位・位置の決定

大路・小路等は、すべて延喜式に記載されている寸法である事を仮定する。なお堀川小路は、八丈とする。平安京全体が、同じ造営尺、同じ条坊方位で造営されたと仮定する。

これらの仮定に基づき最小二乗法を利用して造営尺・条坊方位および任意の一点の位置を求める。つまり4つの未知数を求めることである。なお、ここでは任意の一点の条坊での位置は押小路・野寺小路南西築垣心とする。

平均計算は、手軽な方法をとった。一段目は造営尺・条坊方位、二段目は任意の位置のVI座標系でのX・Y座標の各2変数の逐次平均法である。

観測方程式は、ヘルマート変換式である。

$$KD=(X_i-X_0)\cos\theta+(Y_i-Y_0)\sin\theta$$

$$KD=(Y_i-Y_0)\cos\theta-(X_i-X_0)\sin\theta$$

但し、

$\theta$  : 条坊方位

D : 造営尺 単位は、m/丈である。

$X_0, Y_0$  : ここでは押小路・野寺小路南西築垣心位置とした。

$X_i, Y_i$  : i地点の条坊の側溝あるいは道路中心の位置

K : 延喜式に基づくi地点と0地点の相互の距離単位は、丈である。

上記の観測方式より誤差方程式を作る。

$$v_{xi}=(X_i-X_0)\cos\theta+(Y_i-Y_0)\sin\theta-KD \quad (1)$$

$$v_{yi}=(Y_i-Y_0)\cos\theta-(X_i-X_0)\sin\theta-KD \quad (2)$$

$\theta$  と D を真値の近傍でテイラー展開すると(1)、(2)は線型化されて次のようになる。

$$v_i=v_i(\theta', D')+(\partial v_i/\partial\theta')\Delta\theta+(\partial v_i/\partial D')\Delta D \quad (3)$$

但し(1)は条坊の東西に走る道路、溝に適用し、(2)は南北に走る道路、溝に適用する。

(3)より最小二乗法に基づいて、

$$\partial(\sum v_i \times v_i) / \partial D = 0$$

$$\partial(\sum v_i \times v_i) / \partial\theta = 0$$

この二式により補正值である $\Delta D$ と $\Delta\theta$ を求め最確値である、

$$D=D'+\Delta D$$

$$\theta=\theta'+\Delta\theta$$

を計算する。

以上が一段目の平均である。その平均が終了後に次の平均を行う。

二段目は一段で求めたD、 $\theta$ を既知としXA・YAを変数として、同様に

$$\partial(\sum v_i \times v_i) / \partial X_0 = 0$$

$$\partial(\sum v_i \times v_i) / \partial Y_0 = 0$$

より、

$$X_A=X_A'+\Delta X_A$$

$$Y_A=Y_A'+\Delta Y$$

を求める。

なお計算はSEIKO S-500によった。プログラム言語が特殊であるために、ここでは掲げない。連立方程式は、ガウスの消去法によって求めた。

\*ここでは2段階での平均計算を行ったが、造営尺D、条坊方位 $\theta$ 、任意の点X0、Y0を同時に平均計算する方法を、長岡京第31号(1984年3月1日発行)に「長岡京条坊復原のための平均計算」と言う表題で発表した。

### 2.3 計算結果

32個のデータより、

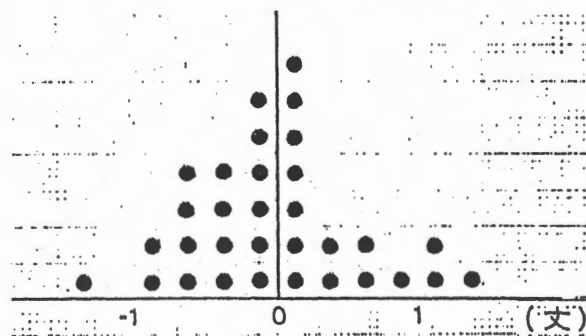
造営尺  $D=29.83\text{cm}\pm 0.67\text{mm}$   
 条坊方位  $\theta=-0^\circ 14' 32'' \pm 48''$   
 $X=-109924.40\text{m}\pm 0.39\text{m}$   
 $Y=-24251.29\text{m}\pm 0.68\text{m}$

\*条坊方位は座標北からの振れ、X,Yは押小路・野寺小路南西築垣心

### 2.4 考察

計算結果の数値を使用し、押小路・野寺小路・南西築垣心からの南北あるいは東西の距離を計算した値と、延喜式に基づく値(理論値)の差を図4に示した。この分布状態が正規分布になるか、カイ二乗検定によった。その結果は、正規分布の仮説が採択された。遺構の時代の違いがあるがそれを無視しても、この分布の状態は積極的に述べるならば、造営の際の土木技術を想定出来る。この分布より推定される位置の約 $\pm 1.8\text{m}$ の幅の中に68%の確率で予想される道路・溝の遺構が存在すると考えられる。ちなみに東寺の築地と一条戻り橋の位置は、平安京造営当時の原位置を保っているといわれており、計算結果から求めた位置は、現状の地点にプロットされた。

図4 計算値-理論値



### 2.5 まとめ

昨今、考古学の必要とする条坊復原精度は、建物、溝、柵等が条坊と如なる相関をしているか、いいかえれば一町の南北中軸線が建物の中心に当たるかとか、数メートルの精度を必要とするレベルでの復原であり、先学の1/2,500の地図上での条坊復原図は、推定位置での溝、道路の発見により、復原図の正確さ、条坊の精確さが概ね認められるものの、この水準の論に対して全く用をなさない。又、数メートルの位置での論を展開出来る程、条坊が精確に造営されていたのかも判っていなかった。

条坊のような広い地域にまたがる遺跡に対しては、遺構間の空間的關係も、せいぜい1/2,500地図上での考察に止まり、言い換えれば、条坊を造営した技術より低い技術をもってして条坊を語っていたのでは無いだろうか。これが平安京条坊復原の大きな障害であった。

条坊を施工した土木技術及び一町内の宅地割りの条坊との関連を論とするならば、造営技術以上の技術を持って推し計らねば、その実態はおろか、なにもわからないし、地図上での分析は可能であろうが、精確で定量的な分析はとても望めないのである。

今回行った条坊の復原は、昭和52・53年に京都市精密基準点が市内に設置されて、各遺構の位置が平面直角座標系6系に基づいて数値化され、遺構の空間的な位置を高精度に解析できる基盤が整ったことで可能になったのである。

社会インフラとして基本的な空間情報が整備されていない時代には、1/2,500の図上に遺構をプロットせざるを得ないことは理解できる。しかし昭和52・53年の基準点の整備以降を考えると、数値によって条坊の復原およびその分析をしていかなければいけない時代に突入したと考えられ、それには測量、数学・統計学などの基礎的な知識が必須である。

数値による条坊のモデルが、今後の発掘調査による検証にかけられ、その有効性を立証できるならば、四行八門といわれる一町の区画も、発掘調査によりさらに具体的なイメージがなされるであろう。また、復原モデルは、より深化した新しい視点に基づく完成度の高いモデルを要求していこう。つまり、条坊の復原が終わったのではなく、ここから始まるのである。

## 2. 6 おわりに

余談ではあるが、平安京東京極大路と平城京西京極大路は、30数kmも離れているにも関わらず、東西にわずかに100m程の位置にある。条坊の方位も同値に近い。

## 3 あとがき

空間情報システムの整備と条坊の数値復原が完了してからほぼ20年が経過した。この間、条坊モデルは数多くの発掘調査により検証され、ほぼ矛盾がないことが確認されている。さらに平安京の全域で復原モデル通りに条坊遺構が検出され、場所によって偏った誤差がない事が確認されていることから、平安京の造営は周到な計画性を持って進められ、統一した精度での施工が行われたと推測するのは至極自然である。

今後、平安京における条坊研究は、古代に中国から法体系と共に輸入された、天文学、数学、土木測量技術を視野に入れて、7世紀後半に始まる律令国家体制の成立から10世紀に王朝国家体制に変化する流れの中で、平安京の条坊制を考えてゆく必要があるのは自明である。さらにそれは、我々が先学に対して負っている責務でもある。

なお本稿は、「1 平安京における空間情報シ

表1 平均計算に使用した条坊遺構一覧

番号	条坊名	遺構	X座標(m)	Y座標(m)	番号	条坊名	遺構	X座標(m)	Y座標(m)
1	大炊御門大路	南側溝	-109487.10	-23948.00	17	六角小路	北側溝	-110440.71	-21677.04
2	押小路	道路中心	-109919.00	-24249.00	18	樋口小路	道路中心	-111516.95	-21676.85
3	西堀川小路	東側溝	-111275.00	-24093.00	19	六条坊門小路	南側溝	-111656.00	-22522.00
4	勘解由小路	道路中心	-111528.66	-23965.22	20	楊梅小路	道路中心	-111781.40	-22478.50
5	七条大路	南側溝	-112476.43	-24337.78	21	楊梅小路	南側溝	-111786.80	-22478.50
6	七条大路	南側溝	-112475.70	-23870.94	22	楊梅小路	道路中心	-111780.37	-21667.24
7	春日小路	南側溝	-109327.93	-21129.10	23	六条大路	北側溝	-111910.59	-21671.28
8	万里小路	東側溝	-109327.97	-21284.73	24	六条大路	北側溝	-111910.80	-21649.00
9	富小路	西側溝	-109327.59	-21162.88	25	左女牛小路	道路中心	-112054.85	-21672.89
10	大炊御門大路	南側溝	-109475.45	-21685.59	26	七条坊門小路	北側溝	-112187.09	-22258.94
11	富小路	道路中心	-109578.00	-21155.50	27	七条坊門小路	道路中心	-112186.35	-21670.54
12	二条大路	北側溝	-109736.00	-22498.00	28	七条坊門小路	北側溝	-112182.51	-21599.79
13	平安宮南限障		-109746.97	-22973.37	29	北小路	道路中心	-112320.50	-21668.78
14	朱雀大路	東側溝	-109855.00	-23199.00	30	塩小路	道路中心	-112593.82	-21666.45
15	二条大路	南側溝	-109776.34	-21676.22	31	八条坊門小路	北側溝	-112721.70	-21735.90
16	三条大路	北側溝	-110299.68	-21677.92	32	樋口小路	道路中心	-111528.66	-23965.22

ステムの整備」と「2 平安京条坊復原のための平均計算平安京」の2部からなり、前者は宮原健吾が担当し、後者は1982年当時に内田賢二が書き記したものに、今回本人自らが若干の加筆をしたものである。

### 参考文献

1.角田文衛 監修, "平安京提要", 角川書店, 1994

2.杉山信三, "史跡西寺跡", 鳥羽離宮研究所, 1977

3.田中琢・田辺昭三, "発掘調査の記録方法の改善について", 京都市文化観光資源調査報告書, pp.7-14, 1978

4.藪内清 編, "中国天文学・数学集", 朝日出版社, 1980