

「数学史研究 No.239 号」抜刷り

2021 年 7 月

北極星による古代の正方位測定法の復元

竹迫 忍

論 説

北極星による古代の正方位測定法の復元

竹迫 忍

1. はじめに

『統日本紀』和銅元年（708）二月の平城京造営の詔には『往古已降，至于近代，揆日瞻星，起宮室之基』（いにしえより，今に至るまで，日をはかり（北極）星を見て（方位を確かめ），宮室の基を起こす。）の一文がある。この詔は『隋書高祖紀』の新都創建詔を範としているが，前半の文言は原文ではなく，古代日本にも北極星を用いた方位測定法が伝来し都城造営に用いられていたと推定される。しかし，その具体的な測定方法は解明されていない。

『營造法式』は北宋の哲宗（在位：1085～1100）のとき，李誠（李明仲）が勅を奉じて編纂し，1103年に刊行された官庁による最古の建築書である。その基本項目を述べた「營造法式看詳」の章に「取正之制」という太陽と北辰極星（北極星）^{注1)}を用いた方位測定法の解説がある。『營造法式』の研究書としては竹島卓一（1970）があり，本文の訳とその解釈を行った。しかし，田中淡（2000）はこれまで，序文および看詳（基礎概念の解説），總釋（古典の類例記事）は軽視されていたとして^{注2)}，これらの部分の校補釋注を行った。

北条芳隆（2017）p.84～88は「取正之制」（竹島訳）を検討し，その結果として，この測定法はいろいろな問題が伴うため，正方位観測の手法としてはそのまま認められないが，古代中国の隋代末から唐代中頃に限定される期間であれば，日中に影を用いた方位観測により±1°までの範囲に正方位が絞り込まれ，夜間には北極星の“北中”の時刻に注意すれば±0.1°（6分）前後まで精度を上げることができたはずとする。古代の都城の方位測定を検討した論文は多いが「取正之制」による方位測定法に言及したものは他にない^{注3)}。

本稿では『營造法式・取正之制』に載る北極星による方位測定法を推算により再現し，この測定法が春秋時代まで遡ることを明らかにする。さらに，日本の史跡遺構に残る方位をもとに，この測定法が日本にも伝来し用いられていたことも明らかにする。

2. 『營造法式・取正之制』の原文とその対訳

ここでは『營造法式・取正之制』原文を田中 淡（2000）p.791～797を参考に訳す。①から④が古典の類例，⑤が看詳，⑥から⑧が本文である。竹島訳では①から⑤の部分が漢文のまま残されていた。なお北極星による方位測定と直接関係しない項目⑧は訳を省略す

論 説

る。原文は維基文庫(WEB)掲載の版を使用し、『石印宋李明仲營造法式』で一部修正した。

『取正：①詩。定之方中。又揆之以日。注云。定，營室也。方中，昏正四方也。揆，度也。度日出日入，以知東西。南視定，北準極，以正南北』

訳：方位の取り方：①『詩（経）』^{注4)}にいう、定星が南中するとき、（楚の間に宮を作る）。又日影を測って方位をさだめ、（楚の間に宮を作る）。注（『毛亨傳』^{注5)}）に云う、定（星）は營室（宿宿）の距星^{注6)}である。方中は夕暮れに四方の方位を正しく定めることである。揆は測（度）のことである。日の出と日の入りを測り、東西の方位を知る。南の定（星）を視て、北の極（星）を基準にして、南北の方位を正しく定める。

『詩経』の訳については、目加田 誠（1991）p.63～65も参照し補った。この詩は齊の桓公が衛の文公を助け楚丘（現在の河南省滑県の東）に遷都させたことにちなむ。『春秋左氏伝』（竹内照夫（1972）p.62）に僖公2年（BC658）「衛を楚丘に立てた」とある。

『②周礼天官。唯王建國，辨方正位。』

訳：『周礼天官』^{注7)}にいう、王は国を建てるのに、方位を判別し位置を正しく定める。

『③考工記。置槧以垂，視以景。為規。識日出之景與日入之景。夜考之極星，以正朝夕。鄭司農注云。自日出而畫其景端，以至日入既。則為規。測景兩端之內規之。規之交，乃審也。度兩交之間，中屈之以指槧，則南北正。日中之景最短者也。極星謂北辰。』

訳：『(周礼) 考工記』^{注8)}にいう、槧（ノーモン：日時計で日影を目盛りに落とすボール）に重りを垂らし垂直に置き、その影を観測する。円を描き。（その円に）日の出の影と日の入り影をしるす（東西をきめる）。夜は極星（北極星）を観測し（南北の方位を定め）、その結果をもって朝夕（東西）を正す。鄭司農（鄭玄）^{注9)}の注に云う。日出からその影の端を書き、日の入りに至り終わる。（槧を中心に影の線と交わるように）円を描く。影の両端を測りそれを（半）径とする。（両端を中心に）円を描く。円の交りが、（南北の）組になる。（南北の交点結ぶ線が東西の）交点の間を越えて、（東西線が）中点で曲がり槧を指せば、それが南北の方向となる。それは日中の影が一番短い所である。極星とは北辰のことをいう。

鄭玄の注はインディアンサークル法と呼ばれる太陽による方位測定法のみで、北極星による測定法の説明はない。しかし、本文では北極星による南北の測定により、日の影によ

り求めた東西を修正するとしており、北極星による南北測定が主体である。

『④管子。夫繩扶撥以為正。字林。揃，【時釧切。】垂臬望也。刊謬俗音字。今山東匠人猶言垂繩視正為揃。』

訳：『管子』に、下げる振り（のずれ）をはかり（不正を）正すとある。『字林』に、揃とは臬（ノーモン）に下げる振りを垂らして望むこととある。『刊謬俗音字』に、いま山東の匠が下げる振りを垂らして方位を正すことを揃するという。

『⑤看詳。今來凡有興造，既以水平定地平面，然後立表測景，望星，以正四方。正與經傳相合。今謹按，詩及周官考工記等修，立下條』

訳：基礎概念の解説。現在に至るまで一般に建築を行うときには、まず水準で地平面を平らに定め、次に表（ノーモン）を立てその影を測り、（極）星を望み、四方を正しく定める。正に經傳と相合う。今謹んで、『詩経』及び『周官考工記』などを修め以下の條文を立てる。

『⑥（本文）取正之制。先於基址中央日內置圓版。徑一尺三寸六分。當心立表。高四寸，徑一分。畫表景之端，記日中最短之景。次施望筒於其上，望日景，以正四方』

訳：取正之制（方位の取り方の制度）。まず（建造物）基壇中央の日が当たるところに円盤を置く。直径は一尺三寸六分。中心に表（ノーモン）を立てる。その高さ四寸、直径一分。表の影の先端を書いていき、日中で最も短い影に印をつける。次に望筒をその（基壇）上に設置し、（円盤に記した）日の影を見て、（望筒の）四方を正しく定める。

『⑦望筒，長一尺八寸，方三寸【用版合造】。兩庵頭開圓眼，徑五分。筒身當中兩壁用軸安於兩立頰之内。其立頰自軸至地高三尺，廣三寸，厚二寸。畫望以筒指南，令日景透北。夜望以筒指北。干筒南望，令前後兩竅內正見北辰極星。然後各垂繩墜下，記望筒兩竅心於地，以為南。則四方正』

訳：望筒は長さ一尺八寸、方三寸、【板を合わせて作る】。両端の板に円の孔を開ける、直径五分。筒身の中央の両側壁に軸を設けて、支柱の内にはさむ。その支柱は軸から地面までの高さ三尺、幅三寸、厚さ二寸。昼は筒を南に向けて（太陽を）望み、日の光を北に通す。夜は筒を北に向けて望む。南から筒を望み、前後の両孔の中心に北辰極星（北極星）^{注10)}を見る。その後、両端から重りをおろし、筒の両孔の中心を地面

論 説

に記すことにより、南（北）を指す。すなわち四方は正しく定まる。

『⑧若地勢偏衰，既以景表，望筒取正四方，或有可疑處，則更以水池景表較之。其立表高八尺，廣八寸，厚四寸，上齊，【後斜向下三寸】安於池版之上。其池版長一丈三尺，中廣一尺。於一尺之內，隨表之廣刻線兩道。一尺之外，開水道環四周，廣深各八分。用水定平，令日景兩邊不出刻線，以池版所指及立表心為南，則四方正。【安置令立表在南，池版在北。其景夏至順線長三尺，冬至長一丈二尺。其立表內向池版處用曲尺較，令方正】』

訳：略。（地形により測定結果が疑わしい場合に、表を立て校正する方法）

3. 観測手順の確認

ここでは前項の『營造法式』⑥⑦の記述をもとに観測手順を確認する。

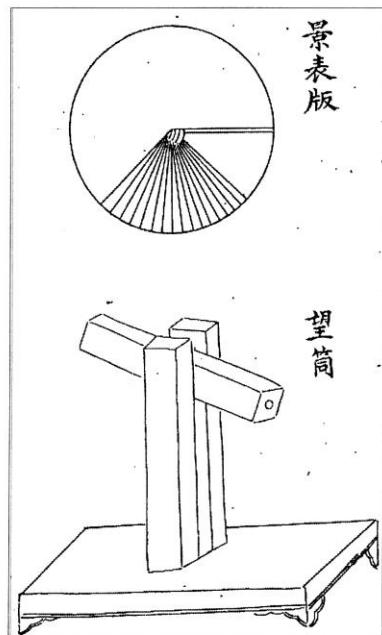


図1 景表版と望筒

『石印宋李明仲營造法式』第
29卷 東北大学附属図書館蔵

まず観測に使用する装置を確認する。図1は『石印・營造法式』に挿入されている装置図である。観測の概略としては、昼間に景表版と呼ばれる一種の日時計で概略の子午（南北）線を求め、夜に子午線上に置いた望筒で北極星を望み、北の方位を求ることになる。

1) 景表版により概略の子午線を求める

宋代の1尺を31.68cmとすると使用する景表版の大きさは直径約43cmの円盤であり、その中心に高さ12.7cm直径3mmの棒を立てて使う。この景表版を使い影の一番短い地点を求め、子午線を決める。次にその子午線に沿って望筒を設置する。景表版では正確な南北の方位を求ることはできないので、望筒を設置する概略の子午線をもとめる作業である。

2) 望筒により正確な子午線を求める

望筒は長さ57cm、幅が縦横それぞれ9.5cm。その望筒の前後の板に直径16mmの孔をあける。

孔の視野は角度で約 1.6 度 ($2 \times \arctan(16/2/570)$) となる。望筒の中央は地上から 95cm のところにある。子午線上に置いて観測するので、近代の天文観測用の子午儀と同様の構造である。このことから、この測定方法は北極星が子午線上にある時刻に観測することが前提であることがわかる。

まず昼間に望筒を南に向けて太陽の光を筒に通し、その丸い光が地上に落ちる所を確認する。この作業の目的は別途考察する^{注11)}。夜には望筒を北に向けて北極星が前後の視孔の中央にくるように台座の方向を調整する。そして、望筒の両側の覗孔から垂らした重りが地面についた地点を子午線の基点とする。長い距離の子午（南北）線の延長には望筒を振り下げる、孔の中心に延長点が入るように、延長点を移動させて調整したと考えられる。地上高 95cm の位置から見通せる距離は平地の場合単純計算で約 3.5km である。望筒の孔で見える範囲は北極星の方向を中心に ± 約 48 分なので、台座を水平に設置し、その支柱が垂直であれば、少ない誤差で延長できる。さらにこの望筒はその構造から、子午線から直角に引いた東西線を遠方に延長する作業にも有用であったと推測される。

4. 「取正之制」本文の観測手順の詳細検討

『營造法式』の観測手順での不明な点は北極星を観測する時刻である。北極星が北極点より大きくはずれている場合に時刻を決めずに観測すると、概略の子午線上に設置した望筒の視野内（± 約 48 分）に北極星がない場合が多い。また、子午線よりはずれた北極星を探して望筒で見ても方位が大きくずれてしまう。観測時刻のヒントは、⑤看詳で、作者が「宋代でも経伝と同じ方法」としているように、①の『詩經』にある「定之方中」（定星の南中）という文である。昼間に観測した子午線は、定星の南中を見るためのものと考えると、定星の南中時刻を北極星の観測時刻の目安にしたとも考えられる。毛享の注での「定星」は營室（室宿）の距星（α Peg, HR8781）である。本来であれば北極星が子午線を通過する時刻に測れば正確であるが、時計のない古代では赤経の近い（または 180° 離れた）定星の南中する時刻で代用されていたと考えられる。

同様の文献に『晏子春秋』^{注12)} の『古之立国者、南望南斗、北戴樞星、彼安有朝夕哉』（古くに国を立てる者、南に南斗（斗宿）を望み、北に樞星（北極星）をいただき、以て東西を安んずる）がある。関増建（2002）p.183 は『古人が城池を修建するとき、南斗北極を通じて南北を確定し、そこから東西方向を考慮したことを指す』とし、『もはや日の出没を以て東西判定の基盤とするのではなく精確に南北方向を測定し、それに直角な一対方向を東西方向と定義することである。』として、春秋時代には北方位重視の測定法に代わっ

論 説

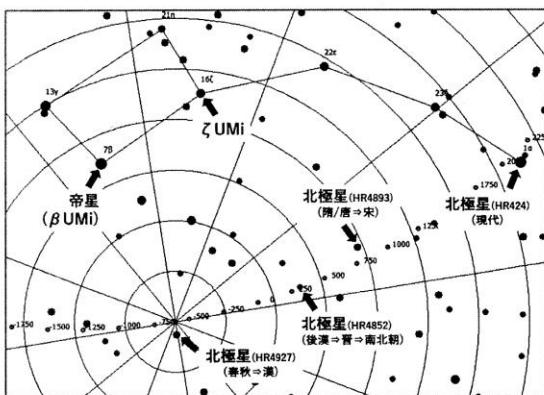
ていたとする。『晏子春秋』での定星は原文にある斗宿（南斗）の距星（ ϕ Sgr,HR7039）となる。

この測定法の誤差を推定すると、星宿距星の最大間隔は井宿の 33° なので定星が適切に更新されていることを仮定すれば、最悪その半分の 16.5° に相当する分の時刻が違うことになる。北極星が北極点から 1.5° 離れていた場合の概算の最大誤差は約 26 分 ($1.5 \times 2 \tan(16.5/2)$) となる。しかし、大半の距星間の距離は井宿の半分前後なので、最大誤差も 13 分前後となり、実用的な方法である。『晏子春秋』により、この方法が春秋時代にはすでに用いられていたと推定できる。誤差を最小にするには北極星は北極点にできるだけ近い必要があり、孔子も北極点近くにある極星を北辰と呼んでいたことになる。

古来、中国や日本の都城は『周礼・考工記』の都城モデルを理想として正方位で造営されているが、その基本となる太陽と北極星による正方位測定法がここに明確になった。

5. 春秋時代における北極星を用いた方位測定法の推算

図 2 は BC600 年の天の北極付近の星図である。この星図により眼視可能な星のなかで、不動と見える北極点の 1 度以内にある星 HR4927 (6.0 等星) が北極星として同定される。この星は 6.0 等星と暗いが、後漢から南北朝の時代の北極星に同定される HR4852 (6.3 等) よりは明るい。北極星が輝星というは現代の北極星 (α UMi) に基づいた認識である。また、望筒の視野は真北 ±48 分なので暗くても比較的容易に北極星を捕足できたと考える。



北極星による古代の正方位測定法の復元

表1はHR4927を春秋時代の北極星とした場合の推算結果である。図3は室宿距星（ α Peg, HR8781）と斗宿距星（ ϕ Sgr, HR7039）の南中時刻での北極星の真北からの方位の振れを示す。観測地緯度は①の楚丘に近い北緯35.57度（河南省滑県）で計算した。

図3より、斗宿は春秋時代前期、室宿は後期の定星の可能性がある。BC600年頃に交代したとすれば、春秋時代の振れはほぼ20分以内に収まっている。偶然ではあるが、斗宿を使えば『詩經』にある僖公2年（BC658）に衛の文公が楚丘に遷都したときには、北極星はほぼ真北を指していたことになる。表1の推算結果により、『營造法式』に載る北極星による方位測定法が春秋時代に用いられていた可能性を示すことが確認できた。これは春秋時代の北極星がHR4927であった傍証ともなる注¹³⁾。

表1 推算結果（ α , δ は赤経、赤緯。単位は度。方位は分、+は西、-は東。）

year	極星(HR4927)		斗宿距星 (ϕ Sgr, HR7039)				室宿距星 (α Peg, HR8781)			
	α 0	δ 0	α 1	δ 1	α 0 - α 1	方位	α 2	δ 2	α 0 - α 2	方位
-750	32.3	89.0	239.0	-24.4	- 206.7	- 32.3	312.2	2.2	- 279.9	- 71.7
-700	44.4	89.2	239.8	-24.5	- 195.4	- 14.8	312.8	2.4	- 268.5	- 56.2
-650	64.3	89.4	240.5	-24.7	- 176.2	2.9	313.5	2.6	- 249.1	- 41.0
-600	93.1	89.5	241.2	-24.8	- 148.2	20.9	314.1	2.8	- 221.0	- 26.0
-550	120.5	89.4	242.0	-24.9	- 121.5	39.0	314.7	3.0	- 194.2	- 11.2
-500	138.6	89.2	242.7	-25.1	- 104.1	57.3	315.3	3.2	- 176.7	3.4
-450	149.6	89.0	243.5	-25.2	- 93.9	75.9	315.9	3.4	- 166.4	17.8

注：極星と距星の赤経（ α ）の差が -180° （反対）近くにあるときに、真北からのずれが最小となっている。斗宿はBC650年頃、室宿はBC500年頃に最小となる。

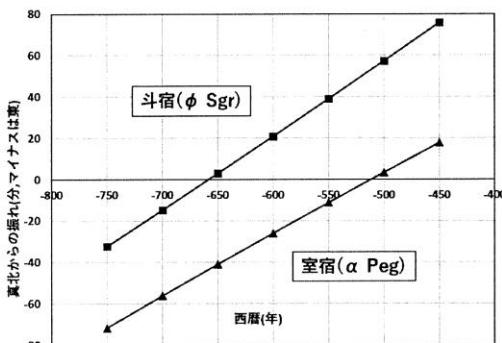


図3 春秋時代の2つの定星（距星）による真北からの方位の振れ（北極星：HR4927）

論 説

以上の考察により『營造法式・取正之制』本文（⑦）には夜に北極星を観測する前に、定星の南中を観測する記述が抜けていることが明らかになった。また、目的が不明な⑦で「望筒に太陽の光を通す」手順については、それを行うのが正午（真太陽時）であれば、太陽はちょうど南中しており、望筒は自動的に仮の子午線上に設置されることになる。時報が聞こえる都城内の測量なら、この方法が用いられただろう。その場合、⑦で方位を求める手順は完結しており、⑥の手順は荒野での測量のように、時報の無い場所での作業となる。

6. 「取正之制」を用いた本来の観測手順の推定

これまでの考察にしたがって、「取正之制」の観測方法を以下と推定する。

- (1) 景表版（日時計）の影の一番短い方向で仮の子午線を定める。夕方、仮の子午線上に望筒を載せた台座を設置する。時報があれば、正午に望筒を太陽に向けて光の通過を確認する。この作業により望筒は仮の子午線上に設置されたことになる。
- (2) 夜には、定星の南中する^{注14)}しばらく前に、望筒を南から覗き、極星を捕捉し、台座の方向を微調整し覗孔の中央に導入する。
- (3) 望筒を北から覗き、定星が望筒の覗孔の中央に来たら、望筒を南から覗き、極星が望筒の覗孔の中央に見えるように台座の方向を微調整し、子午線の方向を確定する。
- (4) 2つの望筒の覗孔から重りを垂らし、南北の点を地面に記す。延長する場合は、延長点に置いた目標物が望筒の孔の中央に見えるように目標物を東西に移動して調整する。

図1の望筒は宋代の書に記載のものであり、古代に実在した記録はないが、基本的な構造は恒星の南中を観測する近代の子午儀と同じである。子午線を通過する南の星と北極星を同時刻に観測する場合、古代においても同様の構造にならざるを得ないと考える^{注15)}。さらに、飛鳥水落遺跡の漏刻臺は天香具山の山頂の真南に建設されているが、このような装置を使えば、山頂から建設候補地を探すこともできる。

7. 古代日本で用いられたとされる方位測定法の考察

7.1 インディアンサークル法

7.1.1 インディアンサークル法の概要

日本では北極星は明るい星という誤解から、古代では北極星は利用できず、本文③の『周礼・考工記』にも記述があるインディアンサークル法とよばれる方法で方位を測定したと

されている。図4はその説明図である。インディアンサークル法で真北を測定する場合、表（ノーモン）を立てている地点を中心に円を描き、その円と表の先端の影を結ぶ線が交わった2点を直線で結ぶと東西線となる。さらにその2点の長さを半径とし、2点を中心として2つの円を描くと2点で交わるが、それを結ぶ直線が表を立てた原点を通る南北線となる。

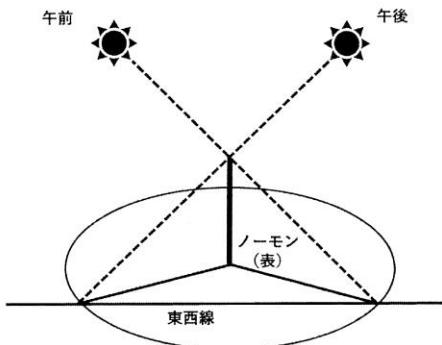


図4 インディアンサークル法

臼井正（2007）p.14-15ではこの方法で東西線を設定する実験を行い誤差が数分の結果を得たとする。また木全敬蔵（1987）p.133は、直角を得る実験を行い誤差が1分20秒という結果を得たとする。これらを合計しても真北からの誤差が数分に収まるのが、都城造営の方位測定法としてインディアンサークル法が推定される理由である。

7.1.2 インディアンサークル法の問題点

インディアンサークル法を都城造営の方位測定法とするまでの問題点を考察する。

(1) 文献との相違

中国を含め奈良時代までの文献に残る都城造営の方位測定法は太陽と星（極星）を用いる方法^{注16)}であり、太陽のみを用いる方法ではない。インディアンサークル法は古くは『周礼・考工記』にもあるが、あくまで補助であり、実際にはインディアンサークル法で測定した東西方位を、北極星による南北測定位で校正する南北重視の測定法が用いられていた。さらに『營造法式』の著者は⑤で宋代においても同じ方法を用いているとしている。

(2) 南北線の長距離延長時の誤差

インディアンサークル法は太陽の影の測定で求めた数mの南北線を延長する方法である。地上高95cmに置いた装置から見通せる範囲は平地の場合単純計算で約3.5kmである。たとえば、大和の南北直線道路（大道）は約20kmあり6区間に分けて延長する必要がある。インディアンサークルの場合、測定した線の延長は外挿となるので誤差が同方向に累積する場合がある。それは再測定せずに同方向に単純に延長する方法をとっても同じである。これに対し、北極星を終点とした観測地からの延長は内挿なので誤差は北極星を中心に東

西に振れ片方に累積しない。また櫓の上で測定を行えば見通し距離は大きく延びる。中国で北極星を使った測定法が用いられたのも長距離の延長が一つの理由と考えられる。

(3) 都城条坊や大道の遺構に残る真北からの方位の振れ

入倉徳裕（2008）p.99 の表 15 および表 16 には藤原京と平城京の条坊方位の精度の情報がある。それはそれぞれの都城での各条坊路の方位を十数件ずつ計算し、平均値とその標準偏差をまとめたものである。表 2 はその解析データを引用したものである。図 5 は表 2 をグラフ化したものであるが、この図から以下の点が考察できる^{注17)}。

(1) 標準偏差が南北より東西が大きいので、用いられた方位測定法は南北方位を直接測定する方法である。したがって、方位測定方法は東西から南北をえる測定法ではない。

(2) 分布の中心（平均値）が真北ではないので、用いられた測定法は真北からのずれを固有している。したがって、方位測定方法は真北を測る測定法ではない。

(3) 工事精度（誤差）は違うが、2つの都は同じ傾向なので、同じ測定法が用いられている。

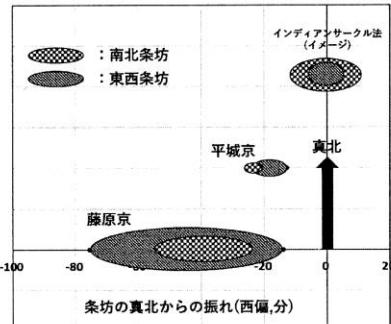
以上により、東西から南北を測定するインディアンサークル法や同様の周極星を用いる測定方法は都城の造営方位の測定方法ではないと明確に否定される。また、周極星の周回により北極点を見つける方法も、真北からの固有のずれを持たないので否定される。

日本の都城条坊や大道遺構の真北からの方位の振れを表 3 にまとめた。この表 3 によると遅くとも皇極天皇（642～645）の時代から宮殿が正方位で建てられており、この頃には宮殿や都城の設計思想と共に精度の高い正方位測定法が伝来していたと考えられる。林部均（2008）p.29 も中国の思想が新たに伝わり、飛鳥での王宮、王都の造営に強く影響を与えたとする。表 3 の史跡遺構には真北からわずかな振れがあるが統合的に検討した研究は無い。

表 2 条坊の方位

都城	データ	件数	平均(西偏)	標準偏差
藤原京	東西条坊	13	-38°12"	30'47"
藤原京	南北条坊	13	-33°30"	15'31"
藤原京	全体	26	-35°51"	24'00"
平城京	東西条坊	17	-11°12"	5'16"
平城京	南北条坊	14	-16°32"	2'09"
平城京	全体	31	-13°36"	4'55"

注：入倉徳裕（2008）p.99 表 15 と表 16 から抽出したデータ。東西方向は東で北を向いていることを意味する。真北との差は直角座標の偏位分の補正が必要。



注：直角座標補正済。垂直方向に意味はない。

図 5 条坊の方位の分布

表3 都城条坊や大道の中軸線の真北からの方位の振れ（年代のカッコ書きは推定）^{注18)}

史跡	年代	直角座標方位	座標補正 ^{*1}	真北からの方位	方位の出典
(参)太子道(筋違道)	?			西 約20度	奈文研(2007)p.196
(参)法隆寺(若草伽藍跡)	607			西 約20度	奈文研(2007)p.196
飛鳥岡本宮 ^{*2}	630			西 約20度	林部均(2008)p.37
飛鳥板葺宮 ^{*2}	643			- (正方位)	林部均(2008)p.37
前期難波宮(中軸線)	650	-39分56秒	16分17秒	東 23分39秒	李陽浩(2005)p.93
難波大道中軸線	(653) ^{*4}	-42分39秒	16分17秒	東 26分22秒	李陽浩(2005)p.94
大和3直線道(下ツ道)	(653) ^{*4}	17分25秒	6分56秒	西 24分21秒	奈文研(1982)p.21
後飛鳥岡本宮 ^{*2}	655			- (正方位)	林部均(2008)p.96
飛鳥淨御原宮 ^{*2}	672			- (正方位)	林部均(2008)p.122
藤原京(条坊最適方格)	672 ^{*5}	28分21秒	6分32秒	西 34分53秒	入倉徳裕(2013)p.180
大宰府条坊 ^{*3}	(684)	(大宰府政序II期(中軸線)と同等)			井上信正(2009)p.20
平城京(条坊最適方格)	708	14分15秒	6分56秒	西 21分11秒	入倉徳裕(2013)p.180
大宰府政序II期(中軸線)	(713) ^{*6}	-34分24秒	16分04秒	東 18分20秒	井上信正(2009)p.19
後期難波宮(中軸線)	726	-32分31秒	16分17秒	東 16分14秒	李陽浩(2005)p.93
長岡京(条坊最適方格)	784	-3分44秒	10分12秒	西 6分28秒	岩松保(1996)p.21
平安京(条坊最適方格)	793	14分23秒	8分52秒	西 23分15秒	辻純一(1994)p.115
平安京白河街区(今朱雀)	1075	-49分30秒	7分38秒	東 41分52秒	濱崎一志(1994)p.130

*1：平面直角座標系の真北からの方位補正のため、国土地理院WEB（平面直角座標換算サイト）により次の場所の値で補正した（全て西偏）^{注19)}。藤原宮跡、平城宮跡（下ツ道）、大宰府政序跡、難波宮跡、長岡宮跡、平安京内裏跡（千本通）、京都・東大路通。

*2：同じ場所にある。飛鳥板葺宮は造営方位を変えて建てられた。（林部均（2008）p.37）

*3：井上信正（2020）p.248は日本書紀持統3年（689）9月の監新成が条坊都市の竣工に伴う監査だろうとし、造営のきっかけは天武12年（683）12月の副都制の詔とみている。大宰府政序II期朱雀大路（中央に中軸線が通る）は既設の条坊路を拡幅して敷設されている。

*4：孝徳紀白雉4年（653）6月「廻々の大道を修治」より。

*5：藤原京の年代は条坊施工開始推定年^{注20)}。

*6：和銅6年（713）の唐尺採用以降。

7.2 周極星を使用した方位測定法

日本では北極星は利用できなかったと信じられ、星を使用した方位測定法として『周髀算經』に記載の周極星を用いて東西を定める「北極璣璣四游」などの方法が想定されている。さらに一部ではこれを極星法と誤解している。しかし、いずれの場合も用いる星、観測時期や観測期間などに制限があり、都城造営に用いられた可能性は無い。「北極璣璣四游」を概略すれば、インディアンサークル法で太陽の影の代わりに周極星を使って目測で影を引く方法である。木全敬蔵（1987）p.129は現代の北極星の方向を『周髀算經』にあるように、2mのポールを立てて紐を使い目測で線を描きトランシットで測ると角度差が21分

だったとする。これは目測により 21 分精度が落ちたことを意味する。太陽より精度や利便性の落ちる周極星を用いる理由はない。また、「北極璣璣四游」による方位測定もインディアンサークル法と同様、史跡遺構に残る方位から否定される真東西測定法でもある。

8. 古代日本で「取正之制」に用いられた定星（星宿距星）の同定

図 3 から「取正之制」により測定した方位は、測定年により真北より一定の振れを持つ。例えば BC600 年では斗宿の距星を使えば真北から西に 20 分振れた方位となり、室宿の距星を使えば東に 25 分振れた方位となる。このようにして、「取正之制」の測定法で都城の南北路を敷設した場合、北極星の真北からの振れがそのまま遺構に残ることになる。また、歳差により定星と北極星の赤経差が変わるために更新が必要である。さらに、季節により定星が見えないことを防ぐため、180 度離れた 2 つの定星が用意されていたと考えられる。これらを考慮して、表 3 の日本の都城や大道の真北からの振れにより、用いられた定星を同定したのが図 6 である^{注21)}。たとえば AD650 年に虚宿距星 (β Aqr) が南中したときに観測すれば、真北より東約 28 分に北極星 (HR4893) があることを意味する。観測地の緯度は飛鳥と京都の平均値の北緯 34.75 度で計算した。図 6 では、まず 650 年頃は星宿と虚宿の距星のペアで観測していたが、670 年代前後に柳宿と女宿のペアに変更された。さらに 700 年代後半の平安京測量の前に參宿と箕宿のペアに変更されることになる。

大和や難波の大道の整備は推古朝との推定もあるが、図 6 を見ると孝徳朝末期／齊明朝初期の推定ではほぼ一致する。藤原京は当初 694 年に置いていたがこの図により、条坊の施工は 20 年近く遡ることがわかった。藤原京と平城京の方位の振れは大きく違うが同じ定星で測量されたことになる。下ツ道、平城京と平安京の方位が近いのは偶然である。大宰府条坊は虚宿距星のままで施工され、時期は筑紫大地震 (679) の頃まで遡る可能性もある。図 6 の遺構の振れと「取正之制」による方位の誤差の平均は表 4 のように $-0.4 \pm 2.4 (\sigma)$ 分とわずかである。これには施工誤差、復元誤差や推定年の誤差なども含まれる。これにより北極星による天文測量技術は飛鳥岡本宮 (630) から正方位で造営された飛鳥板蓋宮 (643) までの間に伝わり、主な古代の都城や大道は天文測量により造営されたことになる。

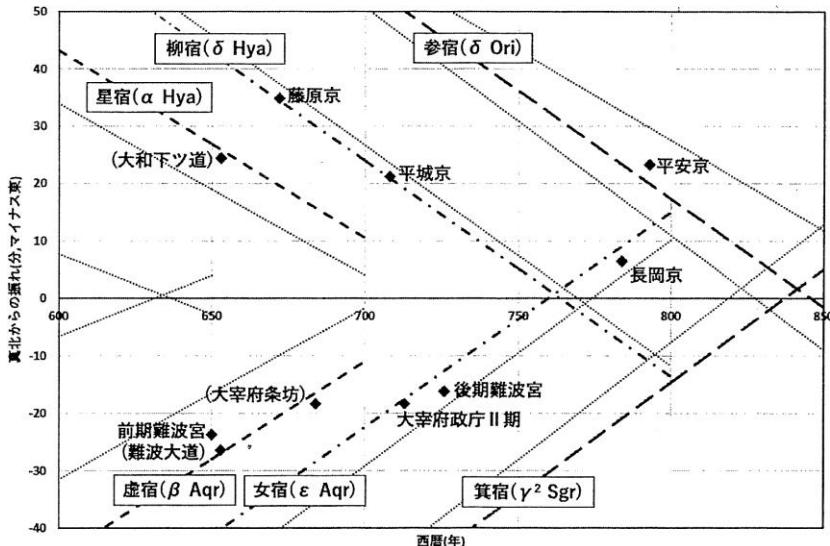


図 6 都城や大道の真北からの振れによる定星の同定（細い線は他の星宿の距星による）

伝来推定時期（630～643）の『日本書紀』舒明紀から皇極紀には天文記事が多く^{注22)}、土御門家に伝わった初唐の星図『格子月進図』の推定制作年代（626～649）とも重なる^{注23)}。さらに、『日本書紀』舒明紀8年（636）には初めて12辰時（卯、巳）で出退朝時刻を定めようとしており、天文技術に関連して時刻制の考えも伝来していたようである^{注24)}。

表 4 史跡遺構の振れと「取正之制」による方位との差（北極星:HR4893）

史跡	年代	遺構の方位	定星	方位(分)	差(分)	備考
前期難波宮(中軸線)	650	-23分39秒	虚宿	-27.75	4.10	夏の星宿は8月で計算した。
難波大道中軸線	(653)	-26分22秒	虚宿	-26.73	0.36	
大和3直線道(下ツ道)	(653)	24分21秒	星宿	25.84	-1.49	冬の星宿は2月で計算した。
藤原京(条坊最適方格)	672	34分53秒	柳宿	34.38	0.50	
大宰府条坊	(684)	-18分20秒	虚宿	-16.21	-2.12	
平城京(条坊最適方格)	708	21分11秒	柳宿	20.86	0.32	
大宰府政府II期(中軸線)	(713)	-18分20秒	女宿	-17.24	-1.09	
後期難波宮(中軸線)	726	-16分14秒	女宿	-12.35	-3.88	
長岡京(条坊最適方格)	784	6分28秒	女宿	9.35	-2.88	
平安京(条坊最適方格)	793	23分15秒	参宿	19.95	3.30	
平安京白河街区(今朱雀)	1075	-41分52秒	昴宿	-40.43	-1.44	定星が未更新
				合計	-4.32	平均 = -0.4, $\sigma = 2.4$

9. 「取正之制」に用いられた北極星の変遷

「取正之制」に用いる北極星は図7のように時代により変遷し、HR4927, HR4852およびHR4893である。図には参考に現在の北極星（HR424）も記入した。図の去極度は北極点からの角度である。HR4852およびHR4893は『宋史』天文志に載る観測値の記述により同定できる。HR4927は『論語』の記述などで同定したが、具体的に特定できる数値はなかった。同定の詳細については竹迫忍（2020）を参照。今回の『詩經』および『晏子春秋』に記載の定星をもとにした検証により、HR4927が春秋時代の北極星であることが確認できた。

図7を見ると春秋時代から宋代において北極星はほぼ2.5度以内にあった。「取正之制」に用いる北極星はその原理からできるだけ北極点に近い星である必要があった。

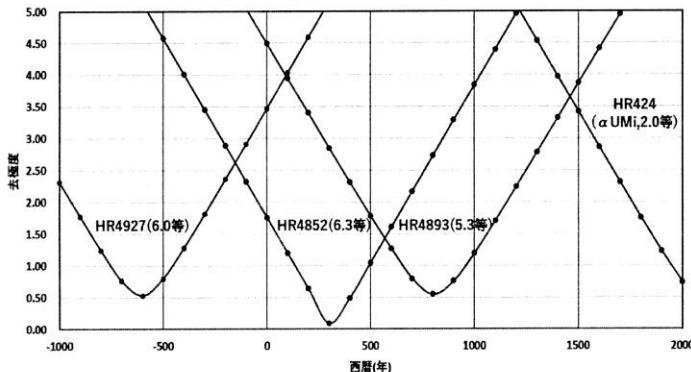


図7 「取正之制」に用いられた北極星の北極からの角度（去極度、単位は西洋度）

10. まとめ

『營造法式・取正之制』の方位測定法の検証により、古代の文献通り、春秋時代から都城造営に北辰極星（北極星）を用いた正方位測定法が用いられていたことを明らかにできた。また春秋時代の北極星と同定したHR4927が文献の記述に合致することも確認できた。日本では都城造営には北極星は利用できずインディアンサークル法が方位測定法とされてきたが、史跡遺構に残る方位の振れはそれを否定している。今回の検証で「取正之制」による方位が遺構の方位におおよそ一致することが判明した。中国の星図を含む最新の天文技術は舒明朝（629～641）に遣唐使船などにより伝来し、導入されたと考えられる^{注25)}。また、中国の史跡遺構にも同様の天文測量による方位の振れが残っていると想定される。

別項－1 北極星を用いた正方位測定方法の概要

1. 基本原理の説明

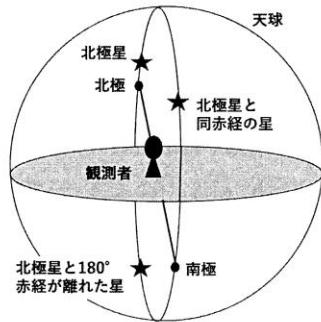
天球は地軸を中心に回転している。北極星は天の北極点（天極と略す）にあれば動かないが、実際には天極から少し外れたところにあり、他の星と同様に天極を中心回転している。ここで、別図1のように、北極星と赤経の同じ星と 180° 離れた星を仮定する。この2つの星を定星と呼ぶ。2つの星は観測者の天頂から南にあるとする。これら3つの星は同じ平面にあり、地軸を中心回転することになる。

この平面と観測者の子午線が重なった時に、北極星は観測者から見て真北の天極の上方にあり、同赤経の星は真南にある。季節が移り、北極星と赤経が 180° 離れた星が観測者から見えており、平面が子午線と重なった場合には、北極星は観測者から見て真北の天極の下方にあり、赤経の 180° 離れた星は真南にある。

中国では赤道や黄道に沿って28個の星宿があり、それぞれの西端の近くに明るい距星と呼ばれる星が決められている。北極星と同赤経若しくは 180° 離れた位置に目印となる明るい星は通常は無いので、その代わりに星宿の距星を定星として使うのが、推定される中国での北極星を用いた正方位の測定方法である。

2. 推定される中国での具体的測定方法

別表1が582年1月1日の長安での計算例である。この年に北極星 HR4893 は赤緯 88.6° にあり、天極より 1.4° 離れている。赤経は 334.6° なので、方位を測るために使う距星は、室宿と翼宿となる。何も考えないで北極星を見ると、別表1から最悪約100分西にずれるが、午前3時頃の翼宿の距星が南中した後に北極星を見て方位を測ると、11.5分のずれだけで済むことがわかる。具体的な計算方法は別項－2を参照。



別図1 原理の説明図

別表1 星宿距星を用いた例

南中時刻 (h)	北極星		距星		方位(分) +・西偏
	赤経	赤緯	宿	HR	
12.16	334.6	88.6	牛	7776	285.0 -75.9
12.65	334.6	88.6	女	7950	292.4 -67.0
13.42	334.6	88.6	處	8232	303.9 -61.0
14.02	334.6	88.6	危	8414	313.0 -36.9
15.06	334.6	88.6	室	8781	328.7 -10.4
16.17	334.6	88.6	驥	39	345.4 18.6
16.72	334.6	88.6	奎	215	353.6 32.6
17.79	334.6	88.6	婁	553	9.7 57.4
18.53	334.6	88.6	胃	801	20.9 72.0
19.53	334.6	88.6	昴	1142	35.9 87.1
20.27	334.6	88.6	畢	1409	47.0 94.3
21.43	334.6	88.6	觜	1876	64.5 98.5
21.47	334.6	88.6	參	1852	65.1 98.5
22.09	334.6	88.6	井	2286	74.4 96.9
0.28	334.6	88.6	鬼	3357	107.3 71.7
0.48	334.6	88.6	柳	3410	110.4 68.0
1.41	334.6	88.6	星	3748	124.4 49.0
1.84	334.6	88.6	張	3903	130.8 39.2
2.97	334.6	88.6	翼	4287	147.9 11.5
4.18	334.6	88.6	鈞	4662	166.1 -19.2
5.31	334.6	88.6	角	5056	183.0 -46.1
6.09	334.6	88.6	亢	5315	194.7 -62.7
6.66	334.6	88.6	氐	5531	203.7 -73.6
7.70	334.6	88.6	房	5944	219.0 -88.2
8.06	334.6	88.6	心	6084	224.4 -91.9
8.42	334.6	88.6	尾	6247	229.8 -94.9
9.89	334.6	88.6	箕	6746	249.9 -98.4
10.38	334.6	88.6	斗	7039	259.3 -95.7

別項－2 定星（距星）南中時の北極星の方位角の計算例

ここでは別項－1 別表1 の北極星と翼宿距星の関係を計算例として示す。推算によれば582年1月2日3時頃に定星が南中するので、このときを例として計算する。手順としては、北極星と翼宿距星の歳差による当時の位置を計算し、設定した時刻での方位を計算する。なお、距星の南中時刻の推算は以下の計算式を使い、逐次近似でもとめる。

星の位置計算には「SKY2000 Master Catalog, Version 5」(2006) の星表を用い、歳差は「Astronomical Algorithms (2nd Ed.)」(1998) p.134 の計算式による。恒星時は「The Astronomical Almanac for the year 2014」(2013) p.B8 の計算式による。

別表2 北極星と翼宿距星の星表データ (pm は固有運動)

星名	Ra (2000)	Dec (2000)	pm α (s/year)	pm δ ("/year)
北極星 (HR4893)	192.3069054	83.4129008	- 0.01636	0.01760
翼宿距星 (α Crt)	164.9436029	- 18.2987833	- 0.03247	0.12910

3. 計算する日時および場所

計算する日時（推算により）：582年1月2日2時58分25秒

場所：長安 東経：108.88度、北緯：34.29度

ユリウス通日(jd)：1933634.321456 [日]

2000年1月1日よりの世紀数(T)：- 14.179622 [世紀]

4. 当時の恒星の位置計算

まず北極星(HR4893)の位置(Ra: 赤経, Dec: 赤緯)に固有運動分を加える。

$$Ra = Ra(2000) + pm\alpha \times 15 \times T \times 100/3600$$

$$= 192.3069054 - 0.01636 \times 15 \times (- 14.179622) \times 100/3600 = 192.403563 [\text{度}]$$

$$Dec = Dec(2000) + pm\delta \times T \times 100/3600$$

$$= 83.4129008 + 0.01760 \times (- 14.179622) \times 100/3600 = 83.405969 [\text{度}]$$

つぎに歳差による移動分の計算を行う。

$$\zeta = (2306.2181 \times T + 0.30188xT^2 + 0.017998 \times T^3) / 3600.0 = - 9.081088 [\text{度}]$$

$$Z = (2306.2181 \times T + 1.09468xT^2 + 0.018203 \times T^3) / 3600.0 = - 9.036972 [\text{度}]$$

$$\theta = (2004.3109 \times T - 0.42665xT^2 - 0.041833 \times T^3) / 3600.0 = - 7.885247 [\text{度}]$$

北極星による古代の正方位測定法の復元

また, $R = Ra + \zeta = 192.403563 - 9.081088 = 183.322475$ [度]

とおくと, 582 年の位置 (赤経, 赤緯) は以下の式で計算できる。

$$x = \cos(Dec) \times \sin(R) = -0.006655$$

$$y = \cos(\theta) \times \cos(Dec) \times \cos(R) - \sin(\theta) \times \sin(Dec) = 0.022725$$

$Ra(582) = \text{atan2}(x, y) + Z = 334.639963$ [度] : atan2 は直交座標の点の偏角を返す関数。

$$\begin{aligned} Dec(582) &= \text{asin}(\cos(\theta) \times \sin(Dec) + \sin(\theta) \times \cos(Dec) \times \cos(R)) \\ &= 88.643125 \text{ [度]} \end{aligned}$$

したがって、この時北極星 (HR4893) は北極点から 0.62 度 (37 分) 離れた位置にあった。

同様に翼宿距星 (α Crt) を計算すると、

$$Ra(582) = 147.846589 \text{ [度]}, \quad Dec(582) = -11.118086 \text{ [度]} \text{ となる。}$$

両星の赤経差は 186.793373 となり、ほぼ反対の位置にある。

5. 観測地における恒星の方位と仰角の計算

まず恒星時を計算する。以下の式に $T = -14.179622$ を代入すると、

$$\begin{aligned} \theta &= 360.0 \times (0.7790572732640 + 1.00273781191135448 \times T \times 36525.0) \\ &= -186958022.944120 \text{ [度]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_0 &= (0.014506 + 4612.156534 \times T + 1.3915817 \times T^2 - 0.00000044 \times T^3 - 0.000029956 \\ &\quad \times T^4 - 3.68 \times 10^{-8} \times T^5) / 3600 = -18.088893 \text{ [度]} \end{aligned}$$

$$\text{恒星時 } ST = \text{mod}((\theta + \theta_0), 360.0) = 38.966987 \text{ [度]}$$

$$\text{地方恒星時 } LST = ST + \text{観測地経度} = 38.966987 + 108.88 = 147.846987 \text{ [度]}$$

$$\text{北極星の赤経 } Ra = 334.639963 \text{ [度]}, \quad \text{北極星の赤緯 } Dec = 88.643125 \text{ [度]}$$

$$\text{時角 } Ha = LST - Ra = 147.846987 - 334.639963 = -186.792975 \text{ [度]}$$

$$\text{観測地緯度 } Lat = 34.29 \text{ [度]}$$

これらの条件で観測地における方位角と仰角を求めるとき、

$$x = \sin(Ha) = 0.118282$$

$$y = \cos(Ha) \times \sin(Lat) - \sin(Dec) / \cos(Dec) \times \cos(Lat) = -35.440113$$

$$\text{方位角 (真南が 0 度) } Az = \text{atan2}(x, y) = 179.808775 \text{ [度]} \text{ (真北から西に 11.47 [分])}$$

$$\text{仰角 } El = \text{asin}(\sin(Lat) \times \sin(Dec) + \cos(Lat) \times \cos(Dec) \times \cos(Ha)) = 32.94 \text{ [度]}$$

となりこの時刻に北極星 (HR4893) は子午線上から 11.47 分西の位置にある。

翼宿距星 (α Crt) が子午線にあることを確認のため、同様の計算をすると、方位角 Az

論 説

= 0.0 [度], 仰角 El = 44.59 [度] となる。これにより翼宿距星 (α Crt) が南中した後に、北の北極星 (HR4893) を見れば、真北より西に 11.47 分の位置にあったことになる。

なお、関数 atan2 (x,y) は使用するプログラムにより順序が逆になるので注意。この例は C 言語での順序。

注

- 注 1) 古代中国で北極星は「北辰」や「極星」と呼ばれていた。他にも、『晋書天文志』[歴代天文律曆等志彙編第一冊] p.175 に『北極、北辰最尊者也、其紐星、天之樞也』((星座) 北極の北辰は最も尊い星である。その紐星は天の樞(星)である)とある。さらに『唐開元占經』[卷六十九 四輔星占二] にも『四輔四星抱北極樞』(星座四輔四星は星座北極の樞(星)を抱く)とある。この記述は高松塚古墳星宿図の中央の北極第5星を四輔4星が閉む図に合致する。また『唐歩天歌』も、星座北極の第5星の名を「天樞」、別名「天之樞」とする。
- 注 2) 竹島卓一 (1970) p.42 は取正の方法に対して、詩経や周礼を引いて経伝と相合うとして証明とするのは、今日から考えればおかしい話であるとしている。
- 注 3) 蔡内清 (1958) p.79-82 は『營造法式』にも記載の『周礼・考工記』の記述を引用し、聖武天皇の後期難波宮創建 (726 着工) にあたって当時の北極星 (HR4893) が使われた可能性に言及している。しかし、正確な星図がなかった時代に北極星を同定するにはすぐれた天文学者の存在が前提となり、また当時難波宮の方位とされた真北から数分に限れば当時の北極星の観測からは得られないとして、太陽を用いて方位を測定するインディアンサークル法が恐らく唯一の方法としている。木全敬蔵 (1987) p.136-140 は『營造法式』の「定平」(水平面を作る方法)を取り上げている。しかし、同 p.127 では奈良時代の北極点にはきりん座の五等星があるので明るい星ではなく、五等星を北極星として利用したとは考えられないとして「取正之制」には触れていない。水野時二 (1964) p.180 は極星法を後述の『周髀算經』に載る周極星を用いる「北極璣璣四游」の方法と誤解している。これは能田忠亮 (1943) p.105 が「北極璣璣四游」に使用された帝星 (β UMi) を北極星と同定したためである。中国でもこれが定説であり『周礼・考工記』などの文献に記載の極星の同定および方位測定法の研究は行われていない。『周髀算經』は天文数学書であり、主要な部分は後漢の頃の編纂と考えられ、春秋戦国時代から後漢に至る内容を含むとされる。なお本稿では HR 番号を「Bright Star Catalogue,5th Rev.」(1991) の星表番号として参照する。
- 注 4) 『詩経』は中国最古の詩篇。単に詩とも呼ばれる。
- 注 5) 毛享は前漢はじめの学者。現行本『詩経』は毛亨らが伝えた『毛詩』とされる。
- 注 6) 中国の赤道付近の星座は 28 の星宿 (星座) に分けられており、それぞれの星宿の西の端近くにその星宿の基準となる明るい距星がある。室宿の距星は [α Peg] である。
- 注 7) 『周禮』は儒教でとくに重視される経典 (経書) の一つ。『天官』はその一編である。
- 注 8) 『考工記』は『周禮』の一編で、中国最古の技術書。実際には『周禮』に欠けていた『冬官』を春秋後期の齊の人人がまとめたとされる『考工記』で補ったもの。

- 注 9) 鄭司農は、後漢はじめの学者鄭衆とされるが、ここでは同時代の学者鄭玄である。
- 注 10) 北条芳隆（2017）p.87 は原文の北辰極星を北辰星としたうえで、宋代には北辰には星は輝いておらず、『北辰星』が不在のもとで、その星があるかのような記述を行ったとみななければならない。この不自然さをどう解釈すべきかが問われているのである。』とする。これは北辰を同書 p.76 で参照している福島久雄（1997）p1-16 が主張する『孔子のいう北辰とは特定の星をさしたものではない（北極点である）』に沿って解釈したことによる不自然さである。『營造法式』と同時代の司天監（天文台長）を務めた北宋の沈括（1031～1095）の回顧談である『夢溪筆談』（127 条）には『漢以前、皆以北辰居天中、故謂之極星』（漢以前は、誰もが北辰は天の中央にいると思っていた。ゆえに北辰を極星という）とある。したがって、原文で北辰極星とされる星が、北辰と呼ばれる当時の極星（北極星）であることに疑問をはさむ余地はない。
- 注 11) 竹島卓一（1970）p.44 は望筒を通した太陽の光の動きにしたがって、台座を回転して方位を求める想定しているが、台座の構造的に無理のある解釈である。
- 注 12) 『晏子春秋』は齊の 3 公 [靈公、莊公、景公] (BC581-490) の時代に仕えた政治家・晏子の言行録をまとめた書。引用した箇所は、「第六卷 内篇雜下第六 第五」にある。
- 注 13) ギリシャの学者エラトステネス (BC275-194) の著作ともされる星座物語『CATASTERISMES』のこぐま座の最後には以下の記述がある。（原文希臘語・Abbe Halma 仏訳）『Sous la seconde des étoiles occidentales est une autre étoile qu'on nomme pôle, sur laquelle il paraît tourner。』（西の 2 番目の星の下には、極と呼ばれる別の星があり、その上を彼（こぐま）が回転しているようである）図 2 の水平の構図で見ると、西から 1 番目の星が帝星なので、2 番目の星は尾の付け根の星（ζ UMi）である。その下には北極点があり、そばに孔子が北辰と呼んだ極星がある。したがって、孔子の時代の古代ギリシャでも同じ星を極星と呼んでいた可能性もある。
- 注 14) 定星のだいたいの南中時刻は、あらかじめ分かっていたと考えられる。
- 注 15) ジョセフ・ニーダム（1991）p196-197 は、古代から望筒が天文や測量に用いられていたことが推定される記述例をあげている。たとえば、前漢の『淮南子』には「人欲知高下而不能，教之用管準則説」（およその訳：人が物の高さを知ることができなければ、管準（望筒と水準器）を用いることを教なさい）などがある。
- 注 16) 太陽と星（極星）を用いる都城造営の方位測定法は、すでに示した例以外にも『文選』[左太沖 魏都賦] に魏王（曹操）の故事として、『承二分之正要。揆日晷、考星耀。建社稷、作清廟。』がある。
- 注 17) 入倉徳裕（2008）p.100 および注 12 は解析結果をもとに、平城京条坊は真南北・東西を指向しておらず、下ツ道が設定基準であったことは疑い得ないとする。また、（南北条坊より精度の低い）東西条坊を介さずに南北条坊を下ツ道と平行にするのはかなり難しく、天文測量によるしかないと思われるとする。
- 注 18) 6 世紀末に建立された飛鳥寺は西に約 1.5 度以上、難波・四天王寺も西に約 3.5 度も振れている。またこれらの寺院は王宮の方位に影響を与えていない。振れの大きい近江大津宮（667、西に約 1.5 度）および恭仁京（740、西に約 1 度）も表 3 から除いた。
- 注 19) 遺跡発掘時の測量で用いられる平面直角座標系は地球上の 1 地点を中心に平面の直角座標に置き換えた座標系である。平面直角座標系では中心点から東西に離れるにしたがつ

論 説

- て真北との差が大きくなる。関西府県は第6系、大宰府は第2系である。
- 注20) 藤原京の条坊造営は最近では先行条坊の発掘により天武5年(676)には始まっていたと考えられている。重見泰(2017)p.16は条坊施工着手を天武初年(672)頃と見る。
- 注21) 白河街区(1075)は時代がはずれるので載せていない。条坊路のデータはほぼ無いが、表4のように唯一の今朱雀の復元値からは800年代後半の昴宿距星が推定される。北極星を用いた方位測定法によるとすると、定星の更新は止まっていたことになる。
- 注22) 細井浩志(2007)p.315表26『日本書紀』の天文記事(日食を除く)を参照。
- 注23) 竹迫忍(2017)p.14では『格子月進図』の伝来時期を齊明朝での漏刻導入(660)時期と重ねた。しかし、今回の考察結果により天文観測がそれ以前に行われていたことは明らかなので、星図の伝来も第一回遣唐使の帰朝(632)まで遡る可能性が高い。
- 注24) 木下正史(2020)p.266もこの記事と大化3年(647)の記事から時刻制は舒明朝・孝徳朝のころから導入され、実際に施行され始めていたと考えられるとする。また同p.268ではその計時装置として日時計を推定する。しかし、橋本万平(1966)p.204は日本では日時計使用の痕跡が江戸時代前にはないとする。したがって、天文測量用に小型の渾天儀も伝来し、時刻を計測していたと思われる。後に齊明朝では漏刻が導入(660)されて漏刻臺(棲)に置かれたが、漏刻の校正にも計時装置は必要である。天武朝では占星臺(675)が造られたが、おそらく構造は漏刻臺と同じと考えられ、設備は大津京漏刻臺から移設されたと思われる。平安京では陰陽寮鐘樓と呼ばれ遷都の時から内裏の東南にあり、漏刻、鼓鐘や天球儀等が置かれていた。(『中右記』大治2年(1127)2月14日)『枕草子』(156段)では20人余りが外階段で鐘樓屋上に登っており観測スペースもあった。飛鳥の漏刻臺や平安京鐘樓の復元図は屋根で覆われているが、天文観測のため大部分は露天であったろう。平城京でも飛鳥の漏刻臺と同規模の鐘樓跡の可能性がある基壇が見つかっている。奈文研(2008)p.117参照。
- 注25) 舒明4年(632)に帰朝した第1回遣唐使船では天文に通じた僧旻(みん)なども帰国している。天文技術は宮殿の造営や時刻制に速やかに採用されていることから、国家として計画的に技術導入が図られ、舒明朝において天文観測による測量や時刻管理を行う組織の運用も始まっていたと考えられる。

参考文献

- 井上信正「大宰府条坊区画の成立」考古学ジャーナル588 p.19-23(2009)
「西の都」大宰府と外交施設 大宰府学研究第一集 p.247-257(2020)
- 入倉徳裕「平城京条坊の精度」奈良県文化財調査報告書第131 p.96-116(2008)
「藤原京条坊の精度Ⅱ」檀原考古学研究所論集16 p.178-188(2013)
- 岩松保「長岡京条坊計画試論」京都府埋蔵文化財情報61 p.17-37(1996)
- 木下正史「古代の漏刻と時刻制度」吉川弘文館(2020)
- 木全敬藏「条里制施行技術」奈良県史4条里制 p.123-141名著出版(1987)
- 重見泰「新城の造営計画と藤原京の造営」檀原考古学研究所紀要 考古学論叢40(2017)
- 竹内照夫「春秋左氏伝」平凡社(1972)
- 竹迫忍「中国古代星図の年代推定の研究」数学史研究228号(2017)

北極星による古代の正方位測定法の復元

- 「孔子の時代からの古代北極星の変遷の研究」数学史研究 236 号 (2020)
竹島卓一「營造法式の研究 1」p.40-46 中央公論美術出版 (1970)
田中 淡「『營造法式』自序看詳總釋部分校補譯注（上）」東方學報 72 p.771-813 (2000)
辻 純一「条坊制とその復元」平安京提要 p.103-116 角川書店 (1994)
奈良文化財研究所（奈文研）「平城京朱雀大路発掘調査報告」(1982)
「法隆寺若草伽藍跡発掘調査報告」学報 76 (2007)
「東方官衛地区の調査—第 406・429 次」紀要 p.114-124 (2008)
能田忠亮「東洋天文学史論叢」恒星社厚生閣 (1943,1989 復刻)
橋本敬造「周髀算經」中国天文学・数学集 朝日出版社 (1980)
橋本万平「日本の時刻制度」塙書房 (1966)
濱崎一志「都市空間の変遷に関する歴史的考察」学位論文 (1994)
林部 均「飛鳥の宮と藤原京」吉川弘文館 (2008)
福島久雄「孔子の見た星空」大修館書店 (1997)
北条芳隆「古墳の方位と太陽」同成社 (2017)
細井浩志「古代の天文異変と史書」吉川弘文館 (2007)
水野時二「条里制の方位」地理科学 3 p.177-189 (1964)
白井 正「京都の天文学【1】平安京の方位」あすとろん 1 p.11-15 (2007)
目加田誠「詩經」講談社学術文庫 953 講談社 (1991)
萩内 清「難波宮創建時代の方位決定」大阪市立大学難波宮址研究会研究予察報告 2 (1958)
李 陽浩「前期・後期難波宮の中軸線と建物方位について」難波宮址の研究 13 (2005)

海外文献（翻訳を含む）

- 閔 増建（加島淳一郎訳）「中国計量史話（1）」計量史研究 24 p.175-198 (2002)
ジョセフ・ニーダム 「中国の科学と文明（5） 天の科学」思索社（1991 新版,1959 英版）
中華書局編集部編 「歴代天文律曆等志彙編 第1冊」中華書局 (1975)
丹元子 「唐歩天歌」欽定四庫全書 子部 玉海 卷3
沈括（宋） 「夢溪筆談 1」梅原郁訳 東洋文庫 344 平凡社 (1978)
李誠（宋） 「營造法式 / 看詳」維基文庫（WEB）
「石印宋李明仲營造法式」東北大附属図書館蔵 藤原集書 743

星表および歳差計算関係

- A. Halma 「LES CATASTERISMES D'ERATOSTHENE」(1821)
D. Hoffleit & W.H. Warren 「The Bright Star Catalogue, 5th rev.」(1991)
J. Meeus 「Astronomical Algorithms (2nd edition)」Willmann-Bell inc. (1998)
J. R. Myers, C.B. Sande, A.C. Miller, W.H. Warren, D.A. Tracewell 「SKY2000 Master Catalog, Version 5」(2006)
United States Naval Observatory 「The Astronomical Almanac for the year 2014」(2013)

Abstract: According to the ancient documents, the palaces in China and Japan were built exactly in

the north-south direction based on the true north measurement method using the Polar star. However, this method was not inherited. In this paper, the book named "Eizou Houshiki 営造方式 "(1103) which describes the construction method for the palaces of Song dynasty in China was analyzed and the true north measurement method was clarified. This method dates back to ancient times before the Confucius period. This paper also clarifies that this method was also used for the palaces and roads in ancient Japan.

キーワード：北極星，古代，方位，都城，孔子