



# 古代中国における地の測り方

野上道男

東京地学協会  
伊能忠敬記念講演会  
2015.11.28



# 距離測量と方位測量(地図以前)

- ミツバチ： 蜜の在り場を仲間に伝達する方法
- 尻振りダンスで 方位と距離を伝える
- 出雲国風土記： 北東〇〇里 などの表現(7世紀末)
- 『三国志』倭人伝： 遣倭魏使の行程(3世紀中ごろ)  
「東南陸行500里XXに至る」などと記述

距離測量法： 『周髀算経』『海島算経』に記述がある

方位測量法： 北の定位は『周髀算経』にある

「南中方位、日出日没方位測量」は成書なし



# 地球の大きさを測る

プトレマイオス三世のころ (BC240年)

エラトステネス:

シェネ (現在のアスワン)、夏至の正午  
井戸の水面に太陽の光が垂直に差込む

—— この誤差は 0.7度 くらい

回帰線緯度 (23.43N) の長期変動

41,000年で 22.1~24.5度 変化

(0.13度 / 2250年 程度)

シェネと 5000スタディア 離れているとされる

アレクサンドリアでオベリスクの影を測量

太陽仰角は 82.8度  $90 - \text{円周の} 1/50$

実測値は 82.2度 だから誤差は 0.6度 くらい

∴ 地球の周 25万スタディア: 46250km

緯度1度 = 128.5km (16%の誤差)

# 中国の場合

## 周髀算経による 一寸千里法

: 中国古代の天文学・天文測量の教科書

夏至南中時に、8尺の棒の影長を測る  
影長に1寸の差があるとき、南北距離は千里.

北回帰線 0寸  
洛陽 16寸  $16 \times 1000 = 16000$ 里

現在の知識で(地を球として) 緯度1度=111km とする  
緯度差 11.32度:  $11.32 \text{度} \times 111 \text{km/度} = 1256.52 \text{km}$   
 $1256.52 \text{km} = 16000$ 里

∴ 1里 = 78.53m このオーダーの長さの里を「短里」.  
単純比例計算では 北回帰線から北極まで 7389km  
 $94092$ 里 = 7389km

$\cot \alpha$  を  $\alpha$  で近似しているの、誤差は大きい.

「短里」は実際に使われていた!

魏志倭人伝の邪馬台国の位置

帯方郡から12000里 すなわち日影長の差 = 12寸?  
それはどこ? 邪馬台国所在地論争



# 古代中国の宇宙観

蓋天説（周髀算経による）（渾天説は省略）

地は水平な平面。 天はそれと平行する平面

星座が張付いた天は北極を中心に、一日一回回転する

日（太陽）は北極を中心に季節で異なる半径で天を運行する。（夏至に最小半径）  
運行は周天より若干速く、ほぼ365日1/4 で元に（同じ星座位置に）戻る。

月も同様であるが、天に対する相対速度はもっと速く（12度/日くらい）、  
また平均して29.53日程度で朔望を繰り返している。  
この日数は12回で354.24日となるので、  
月で年を数えると、進みすぎて季節と合わなくなる。  
そこで「閏月」を入れて調整する-----太陰太陽暦

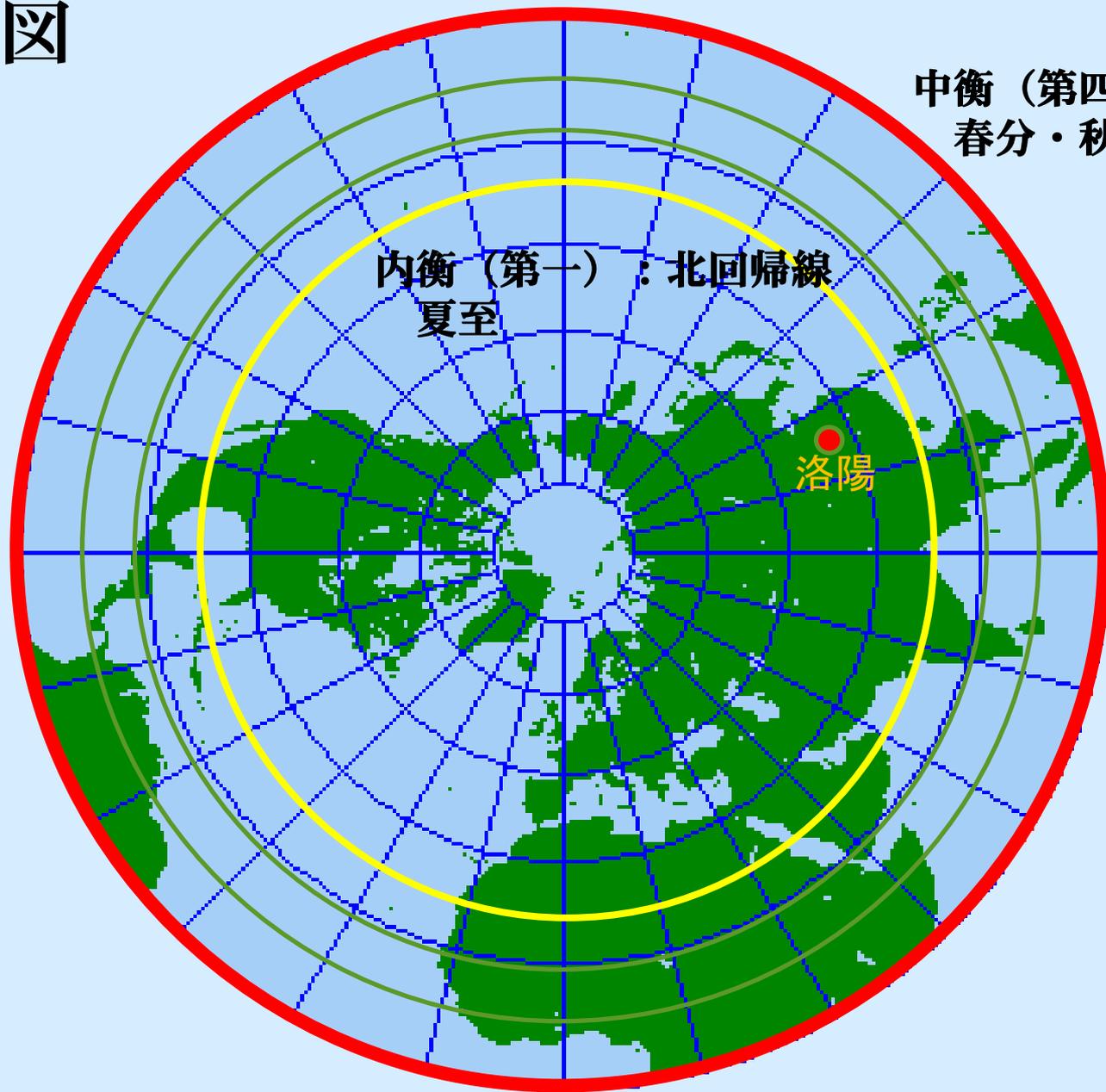
# 『周髀算經』の蓋天説は宇宙観として完全に誤っている

中国で **地-球** と **地動説** を知ったのはヨーロッパの宣教師から

- ・ 日没・日出現象を光が届く距離で説明している。
  - 視直径が不変であることに気がついていない
  - 太陽光がほぼ平行光線であることに気がついていない
  - 影の長さが南北で異なるのは太陽までの距離が異なるためとする
- その他 多数
- ・ 「地を平」としたための矛盾
  - 遠くの山は山頂部しか見えない (など)
  - 緯度の概念を持つことができず、距離だけで地を測っている
  - 「一寸千里法」の1里の長さが緯度によって変わることを知らない

それでも、「蓋天説」が天を球面とする「渾天説」に勝っていたのは  
水平の地や海の下を天や太陽が通過することを説明できなかったからである

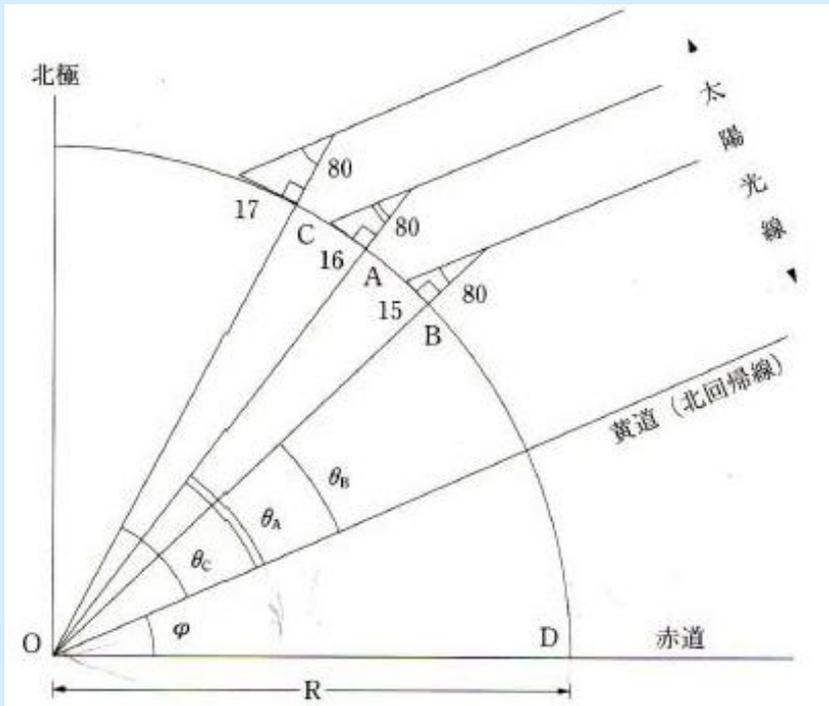
# 七衡図



内衡（第一）：北回帰線  
夏至

中衡（第四）：赤道  
春分・秋分の日下

洛陽



## 谷本（1971）による 一寸千里法の説明

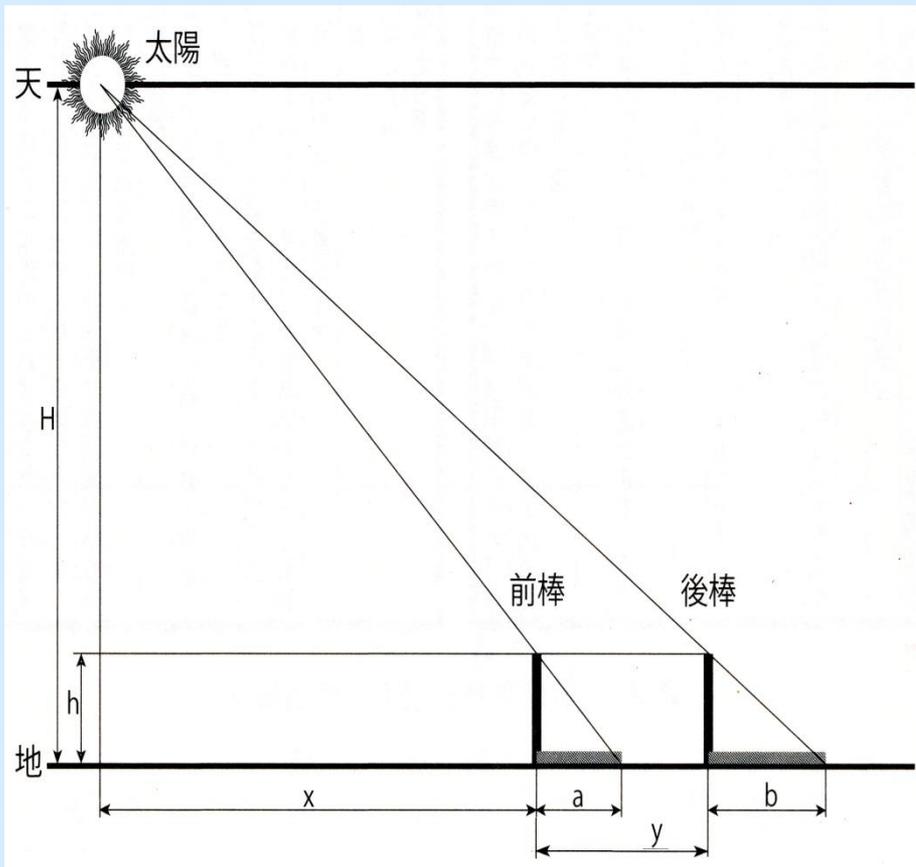
太陽光線は平行

地球は丸いとしている

半径  $R = 6357 \text{ km}$  として計算すると

（ ↑↑ これは蓋天説ではない）

弧  $AB = 76.9 \text{ km}$  （千里）



## 半沢栄一 (2011) による 一寸千里法の説明

太陽の高さ  $H = 80000$ 里

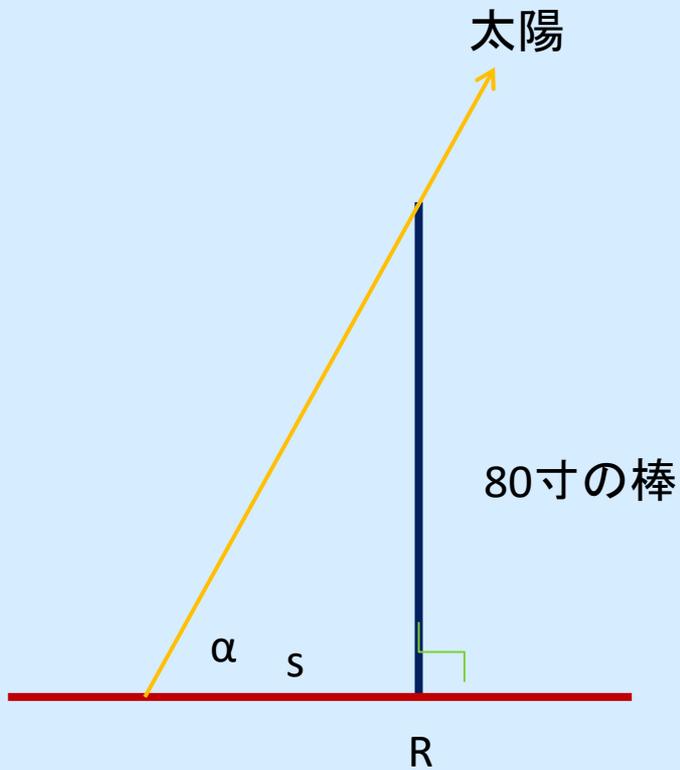
$b - a = 1$ 寸 なら  $y = 1$ 千里

$a = 16$ 寸 なら  $x = 16000$ 里

ここで、太陽の位置は夏至・南中時  
棒の長さ  $h = 80$ 寸 (8尺)

$a, b$  は影の長さ (寸)

$y$  は前後の棒間の距離 (里)



## 野上の解釈

一寸千里法は距離の測定法ではなく「緯度測定法」である, とする.

左図において、  
80寸の棒の影長を  $s$  (寸)  
太陽仰角を  $\alpha$  (度) とすると

$$s = 80 \cot \alpha \quad \text{----- (1)}$$

あるいは

$$\alpha = \text{acot}(s / 80) \quad \text{----- (2)}$$

(2)式で、 $s = 16$  なら  $\alpha = 78.690$  (度)

R 点の緯度は  $90 + 23.44 - 78.69$

すなわち、**34.75** 度である.

洛陽老城区の緯度は **34.68** N であるので、16 寸という測定の精度は良好である  
ここで、 $16/80$  と比で緯度が決まるのであって、 $1.6\text{m}/8\text{m}$  でも同じである.

## 野上の解釈

なぜ、夏至・南中時という限定を設けているか  
(年の同日、同時刻であれば原理的に成立するはずなのに)

地「球」であれば、緯度差と南北距離は比例している。  
しかし、1寸千里法では、影の長さの差と南北距離が比例している、としている。

しかし、影の長さの差は南北距離に比例せず、  
 $s = 80 \cot \alpha$  ——— (1) となっている。  
 $\alpha$ : 太陽仰角  $s$ : 影の長さ

したがって、 $\cot \alpha$  を  $\alpha$  で一次近似したとき、  
誤差が小さいのは、 $\alpha$  が90度に近いときである。  
つまり、太陽仰角が最大となる「夏至・南中時」という指定が必要だったのである。

以上の解釈に立てば、  
2点間の「南北距離が4000里」とあれば、「影の長さの差が4寸」  
ということをしているのであるから、式(1)から、緯度差が求められる。

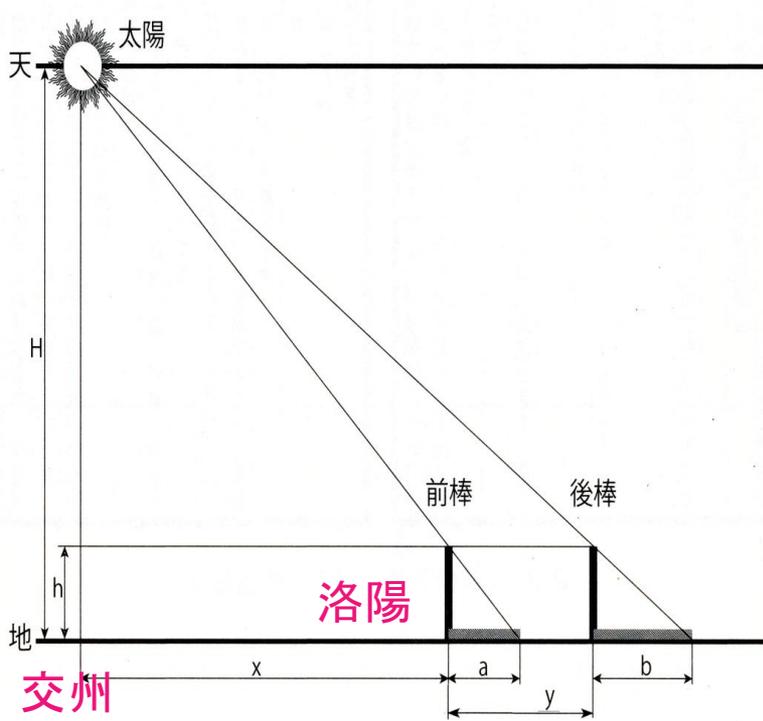
# 一寸千里法による天と地の大きさ

周の陽城(洛陽)からの距離	日影	緯度差
夏至の日下: 16,000里	16寸	11.31度
赤道		34.74度
冬至の日下: 135,000里		58.17度
北極下 : 103,000里		55.26度

## 七衡の大きさ(極が中心)

内衡(夏至)の半径:	119,000里
中衡(赤道)の半径:	178,500里
外衡(冬至)の半径:	238,000里

ここでいう 里 という単位は緯度によって長さが変わる



左図：半沢栄一(2011)による

一寸千里法による地球の大きさ

夏至・南中時太陽の直下までの距離  $x$  里

太陽の高さ  $H$  里 棒の長さ 80 寸

洛陽での影の長さ  $b = 16$  寸

$$x/H = 16/80 \quad \text{----- (1)}$$

洛陽の北  $y = 1,000$  里の点で  $a = 17$  寸

$$(x+1000)x/H = 17/80 \quad \text{----- (2)}$$

連立方程式(1)(2)を解いて

$$H = 80,000 \quad x = 16,000$$

洛陽: 太陽仰角  $\text{acot}(16/80)$

緯度  $34.75^\circ \text{N}$

洛陽から北千里の点:

太陽仰角  $\text{acot}(17/80)$

緯度  $35.44^\circ \text{N}$

緯度差  $0.69^\circ$  が  $1,000$  里

現代の知識(球体として)

緯度  $1^\circ = 111 \text{ km}$  とすると

$1,000$  里  $= 76.59 \text{ km}$

(いわゆる短里)

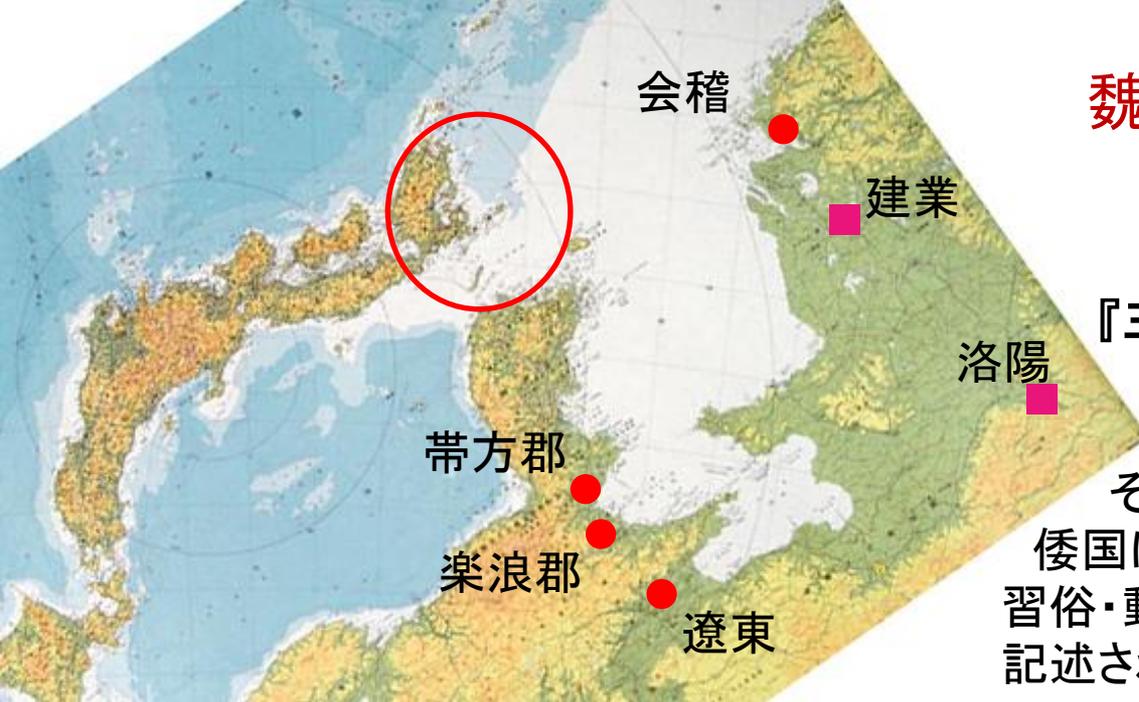
この測量法は後漢代の測量教科書

「海島算経」に頻出する例題である.

海を隔てた島までの距離と高さを測る

洛陽付近の千里  $= 76.59 \text{ km}$  を用いると

赤道半径  $178,500$  里  $= 13671 \text{ km}$



## 魏志倭人伝の 邪馬台国はどこか？

『三国志』は魏・呉・蜀の三国が鼎立していた220～280年の歴史書  
陳寿が3世紀末に著した。

その巻30烏丸鮮卑東夷伝倭人条に倭国について、最初の地誌(各国の位置・習俗・動植物・政治・歴史)が約2000文字で記述されている。

- 倭人在帯方東南大海之中 — 「東南」という方位をどう測ったか. 精度は？  
自郡至女王国万二千余里 — (帯方)郡と邪馬台国の緯度の差(1寸千里法による)  
計道里当在会稽東治之東 — 「夏至南中時の日陰長が等しい」ということ

従来の歴史家は来倭した魏使の行程記事で、邪馬台国の位置が分かると考えていた。  
しかし、海流のために航路は複雑な曲線となり、道路もジグザクである。  
そんな合計距離は測れない。しかも「水行十日」など、時間距離表現の区間もある。

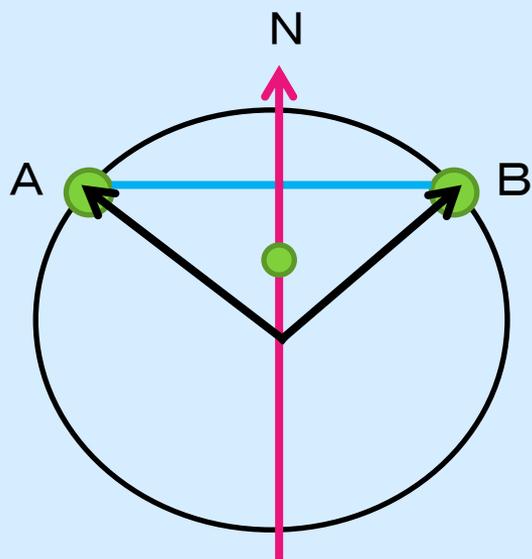
# 方位の測量法

## 南北線 --- インディアンアンサーサークル法

午前の適当な時間に、

棒の日影の先端(A点)を半径とする円を地面に描いておく。

午後に、その先端が再びその円に触れるときその点をB点とする。



A-B 線が東西線、  
その垂直二等分線が南北線

- ・南中方向の測定は精度が悪い
- ・歳差運動(地軸のごますり運動)のため  
北極には現在のポラリス星はなかった。
- ・磁針は知られていたが実用化されていなかった。

## 日出方向の計算値

緯度	冬至	春分	夏至
40	120	91	58
35	118	90	60
30	117	91	62
23.4	115	91	64
0	113	91	67

夏至、二分、冬至の日の出方向は 12方位系の 寅 卯 辰

## 方向線の延長 直接見透しがない場合



共通の見透し点 C (纏向という) を介して延長する

A C1 C2      C1 C2 B は「真来通る」線上にある

## 方向線の延長 極めて遠距離の場合でも

A—B が東西線なら、南中時の日影長は等しい

# 『漢書』における方位の測量成果記事

漢書 後漢代初期に班固(AD32~92)が著す

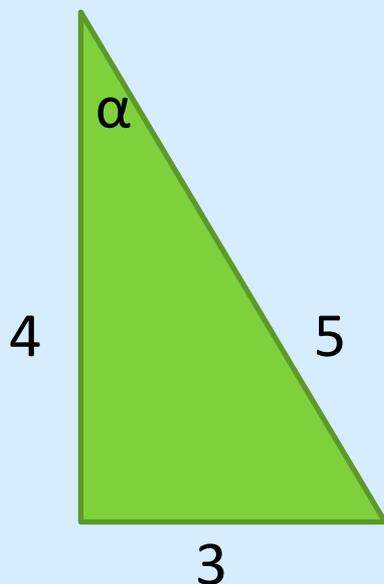
巻28地理志上の記事(『周礼』の九州の方位と産物などの記載)

『周礼』は周公旦著とされるが、BC11世紀ではなく、周代に次ぐ戦国時代の成立とされる(BC221年には秦建国中国統一、漢はBC206年建国)。

首都は 周:洛陽 前漢:長安 後漢:洛陽(34.75 N 112.5 E)

洛陽から見て	位置	方位(N)	距(km)	最高	行政区
東南	揚州 会稽山	29.9 N 120.6 E	123	941	343m 浙江省紹興市
正南	荊州 衡山	27.3 N 112.7 E	179	830	2016m 湖南省衡陽市
河南	予州 華山				
正東	青洲 沂山	36.2 N 118.6 E	72	576	1032m 山東省(東泰山)
		34.6 N 119.3 E	89	623	625m ? 花果山(連雲港)
河南	兗州 岱山				
正西	雍州 岳山	34.7 N 106.9 E	271	512	陝西省宝鷄市(吳岳)
東北	幽州 医巫閭山	41.6 N 121.7 E	44	1118	867m 遼寧省北鎮市
河内	冀州 霍山				
正北	并州 恒山	38.6 N 112.9 E	5	430	2016m 山西省大同市

誤差は 上から 12 1 18(1) 1 1 5 度. 測量精度極めて良好 !!



辺長比 3:4:5 の  
ピタゴラス三角形

内角  $\alpha$  は 36.87 度

東南 135E(中心線) という方位を  
143.13E で近似する  
(差は8.13度)

表1 一寸千里法による地理的位置認識 (推定値・計算値)

地名	①緯度	②太陽仰角	③太陽影 (寸)	④方位	⑤東南方位の距離 (里)			
					南北距離	150E	143.22E	135E
極	90.00	23.44	184.52					
沙里院 (帯方郡)	38.5	74.94	21.53	起点	起点	0	0	0
ソウル	37.6	75.84	20.18	134	1350	1560	1690	1910
陽城北千里	35.44	78.00	17.00		4530			
周陽城付近	34.75	78.69	16.00		5530			
陽城南千里	34.06	79.38	15.00		6530			
巨濟島南端	34.70	78.74	15.93	145	5600	6470	<u>7000</u>	7920
須玖岡本遺跡	33.54	79.90	14.25	141	7280	8410	9100	10300
菊池平野	33.0	80.44	13.47	142	8060	9310	10080	11400
西都市	32.2	81.24	12.33	142	9200	10620	11500	13010
宮崎市	31.9	81.54	11.90	142	9630	11120	<u>12040</u>	13010
大隅半島南端	30.99	82.45	10.60	147	10930	12620	13660	15460
紹興市	30.0	83.44	9.20		12330			
福州市	26.1	87.34	3.71		17820			
北回帰線	23.44	90.00	0.00		21530			

①緯度で小数点以下2桁表示の点は定義点または地図による確定点

②緯度を $\theta$ とすると、太陽仰角 $=90.00+23.44-\theta$

③夏至の太陽南中時に8尺の表(棒)が作る影の長さの測定期待値(寸)

④沙里院を起点とする方位(度)。(北から東回りの度数)

⑤1寸千里法による沙里院からの南北距離(里)および方位の近似値をN150E(12方位の巳)

N143.22E(3:4:5△形)、N135E(東南)とした場合の斜め(計算)距離(里)

21.53寸 (38.5N) 帶方郡

東夷伝：倭人在帶方東南大海之中  
自郡至女王國萬二千餘里

5600里

7000里

ピタゴラス △  
4 3 5

15.93寸 (34.7N)

狗邪韓国

4000里

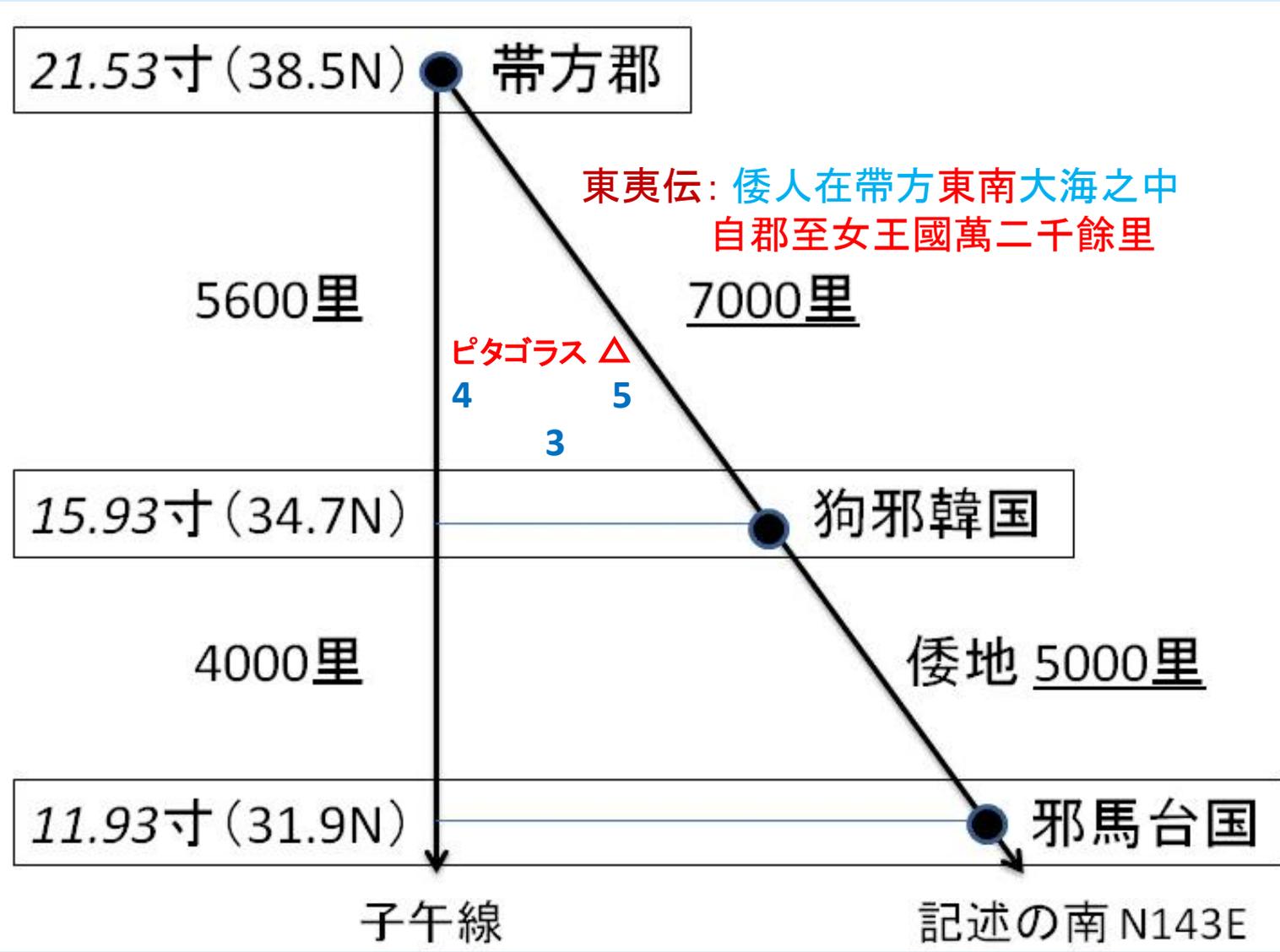
倭地 5000里

11.93寸 (31.9N)

邪馬台国

子午線

記述の南 N143E



樂浪郡

倭人在帶方東南大海之中  
自郡至女王國萬二千餘里

帶方郡

7千里

韓國

狗邪韓國

5千里

伊都国

邪馬台国

1.2万里

東シナ海



ご清聴ありがとうございました