



古代の時計と飛鳥水落遺跡

- 漏刻はいつ伝来したのか -

古代の時計と水落遺跡 - 漏刻はいつ伝来したのか -

Ancient clocks and Mizuochi ruin

- When was the water clock introduced to Japan? -

「時の記念日」(6月10日)は「天智天皇が漏刻を造り時を民に知らせた日」として知られている。しかし、その初の国産の時計を作るには、校正のために標準時計が必要である。その標準時計(漏刻)の伝来時期を、日時計や漏刻の機能や歴史と水落遺跡の発掘内容を検証することにより考察する。

古代の時計と飛鳥水落遺跡

- 漏刻はいつ伝来したのか -

竹迫 忍

TAKESAKO Shinobu

日本数学史学会会員

<http://www.kotenmon.com>

takesako@mrj.biglobe.ne.jp

2023年12月16日
第26回天文文化研究会

古代の時計と飛鳥水落遺跡

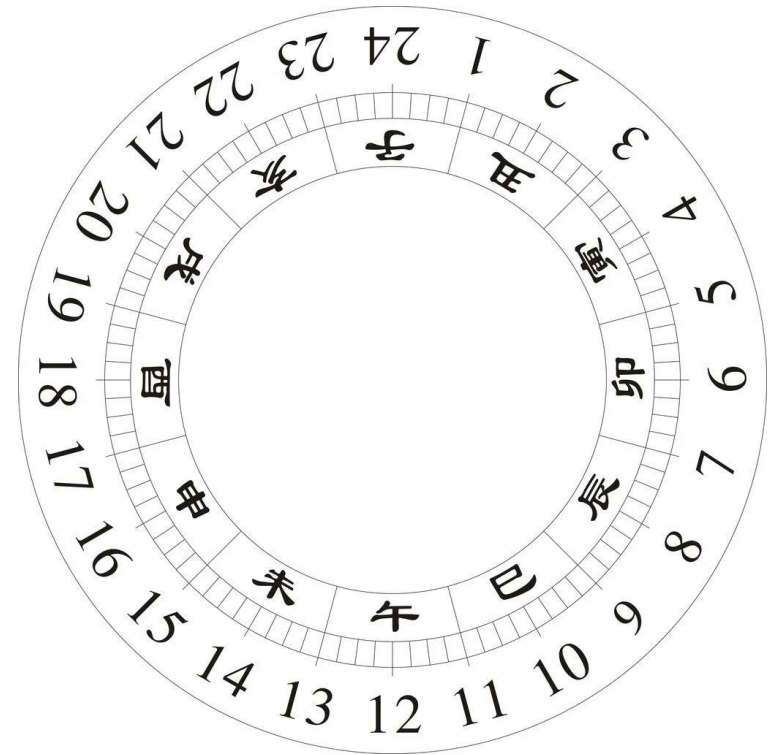
- | | |
|---------------|----|
| 1. 時刻制の導入と時計 | 4分 |
| 2. 日時計の検証 | 9分 |
| 3. 漏刻の検証 | 5分 |
| 4. 飛鳥・水落遺跡の検証 | 9分 |
| 5. 検証のまとめ | 2分 |

(動画時間:約29分)

1. 時刻制の導入と時計

日本ではいつ時計の使用が始まったのか

- 古代での時刻制は12支を用いた12辰時を使用。
- 『日本書紀』の初出は欽明天皇15年(554)12月。但し、百済からの奏上文。
- 日本の記事での12辰時の初出は、舒明天皇八年(636)の出退時刻の規定。(時計を使用した、12辰時制が始まっていた模様)
⇒時刻制の始まり



【<https://lib.hytc.edu.cn/info/1139/17010.htm> より】

時刻制度に用いられた時計は何か

① 舒明天皇八年(636)

六月、災岡本宮、天皇遷居田中宮。秋七月己丑朔、大派王、謂豊浦大臣曰「群卿及百寮、朝參已懈。自今以後、卯始朝之巳後退之、因以鍾爲節。」然、大臣不從。

(大派王が蝦夷の大臣に「群卿及百寮が朝廷への出仕をなまけている。これ以後、卯始(5時)に出仕し、巳後(11時)に退出させよう。鐘で時を知らせよう。」と言われた。しかし、大臣は従わなかった。)

② 大化三年(647,孝徳天皇)

是歳、壞小郡而營宮。天皇、處小郡宮而定禮法、其制曰。凡有位者、要於寅時、南門之外、左右羅列、候日初出、就庭再拜、乃侍于廳。若晚參者、不得入侍。臨到午時、聽鍾而罷。其擊鍾吏者、垂赤巾於前。其鍾臺者、起於中庭。

(天皇は小郡の宮において礼法を造られた。その制度は、「およそ位にある者は、必ず。若し遅刻したものは中に入ってはいけない。寅時(3-5時)南門の外で左右にらんで、日の出をまって、広場にて再拜し、それから政庁に入れ午時(11-13時)になって鐘がなったら帰ってよい。その鐘をならす役人は、赤の布を前に垂らせ。その鐘臺は、中庭に建てよ。)

③ 齊明天皇六年(660)

夏五月、皇太子初造漏刻、使民知時。

(皇太子が初めて漏刻を作り、民に時を知らしめさせた。)

667年大津京遷都

④ 天智天皇十年(671)

四月丁卯朔辛卯、置漏刻於新臺、始打候時動鍾鼓、始用漏刻。此漏刻者、天皇爲皇太子時、始親所製造也、云々。

(漏刻を新臺に置き、初めて鍾鼓を打って時を知らせた。この漏刻は、天皇が皇太子の時に、初めて自分で造られたものである。)

出退制度の導入
を計画した

(5時⇒11時勤務)

出退制度の導入

(4時⇒12時勤務)

鍾臺(鐘楼)

使われた時計は、漏刻導入以前なので日時計と推定されている。

時の記念日の由来

天智天皇十年(671)四月辛卯(25日)

671年6月10日←グレゴリオ暦

671年6月7日←ユリウス暦

天智天皇が初めて漏刻を造り民に時を知らせた日。

国産の漏刻とすると、それ以前に中国伝来の漏刻がなかったとする根拠はない。

皇太子の漏刻の可能性

- ① 中国の漏刻の資料をもとに作製した。
 - 時計の作製には校正に使う時計が必要。
 - ⇒可能性は無い。
- ② 中国からの輸入した漏刻を、皇太子作製と脚色した。
 - 『日本書紀』に2箇所も記述する必要は無く、可能性は低い。
 - ⇒皇太子の漏刻の前に日時計を想定。
- ③ 中国からの輸入した漏刻を標準時計として、皇太子が実際に作製した。 ⇒可能性が高い。

1) いつ漏刻は輸入され、2) 国産は可能か

遣唐使 ①630⇒632 ②653⇒654 ③654⇒655



①なら636年と647年の記録の時計は、日時計ではなく漏刻。

検証内容

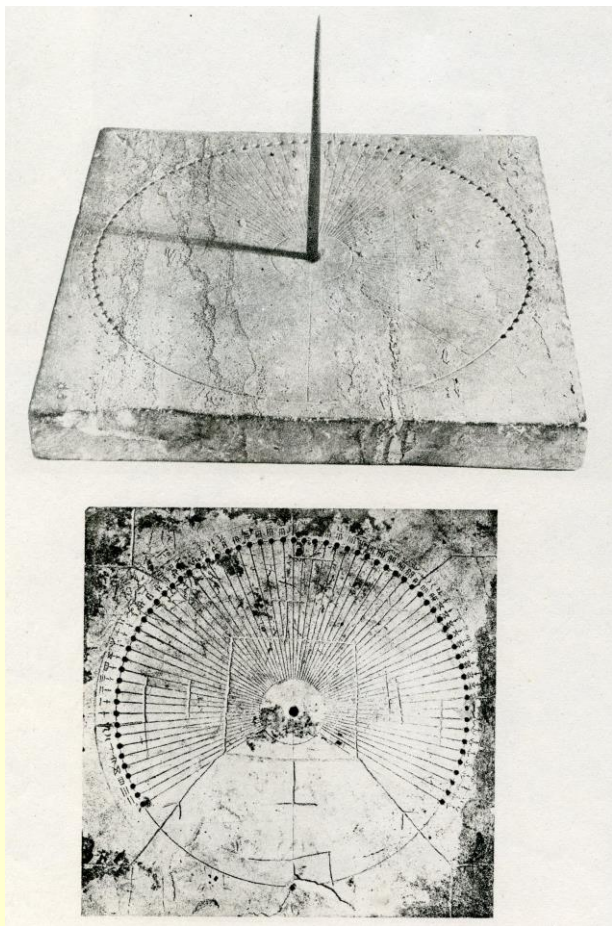
- 日時計で時刻制の導入が可能か？
- 飛鳥で漏刻を作製することが可能か？
- 舒明天皇時代の第一回遣唐使(632帰国)での「漏刻と時刻制伝来」の可能性を考察。

2. 日時計の検証

日時計に誤認された古代中国の方位計

漢代の方位計(晷儀)

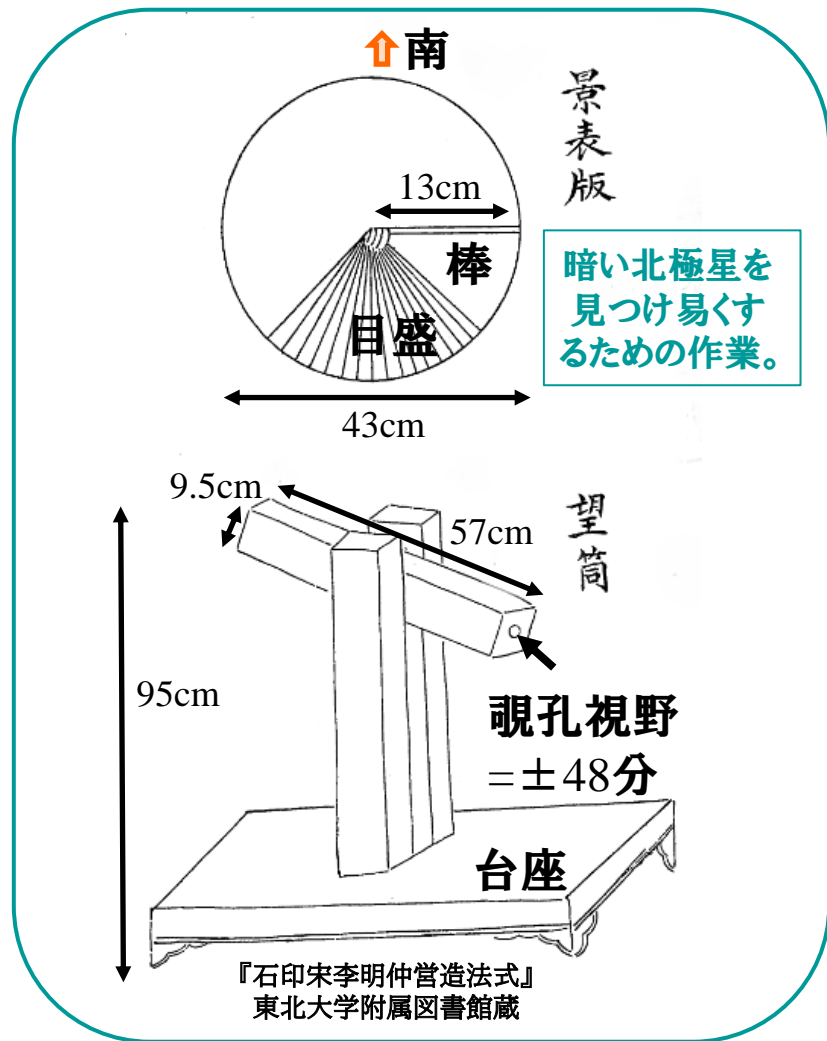
(日晷(日時計)の名称で紹介されている。)



(両石板ともに約30cm角)

『中国古代天文瓶物論集』(1989)
中国社会科学院考古研究所

北極星による方位測定装置(宋代)



李釜澄 「晷儀－我国現在最古老的天文儀器」

「中国古代天文文物論集」(1989)p.145-153

論文の結論

综上所述晷儀是秦汉时期人们用以测定方向的仪器，赤道式日晷则是南宋初年开始应用而明清时期定名的测定时刻的仪器。晷儀与日晷是两种不同用途的仪器，故名称绝不能混淆。以前由于人们对于晷儀的用途探索不够，出现了不符实际的名称。又由于不正确的名称，引起人们对于晷儀用途的错误推测，以至形成我们在研究我国古代天文、记时仪器系统的顺序发展的障碍。因此废弃过去的“日晷”、“西汉时代的日晷”等不准确的名称，改称“晷儀”，达到名称与内容的统一，是十分必要的。

(抄訳)

『この晷儀は秦漢時代に用いた方位を測定する儀器である。赤道式日晷は南宋の頃用いられ始められたもので、時刻を測定するものである。晷儀(方位計)と日晷(日時計)は用途の違う儀器であり、名前を混在してはならない。(中略) したがって、「日晷」とか「西漢時代の日晷」は不適格な名称である。「晷儀」と名称を改め、名称と内容を統一する必要がある。』

- 中国の学者間増建氏はこれを日時計とみているが、史料にもあらわれず、途絶えてしまったのは、誤差が大きかったためとする。
 - 太陽の影で北の方位を求めたことは史料にもある。

日本での漢代の「日時計」の扱い

山田慶児著「古代の水時計(2)」自然(1983/4)p.85

『ノーマンというのは地上に垂直に立てた一本の棒です。(圭表の写真)中国では表といい、高さ8尺が標準とされましたから、八尺表ともよばれます。いとも簡単な仕掛けですが、どうしてなかなかの万能科学器具でした。太陽の落とすその影から、いろんなことがわかるのです。

まず第一に、方位を正確に決定できます。(内容略)

第二に、時間を測定できます。円周上に適当に目盛りを刻み、あるいはさらに目盛りと中心を結んで放射状の線を引いておけばいい。この機能だけをとりだしたものが、いうまでもなく日時計(漢代の日時計の写真)です。

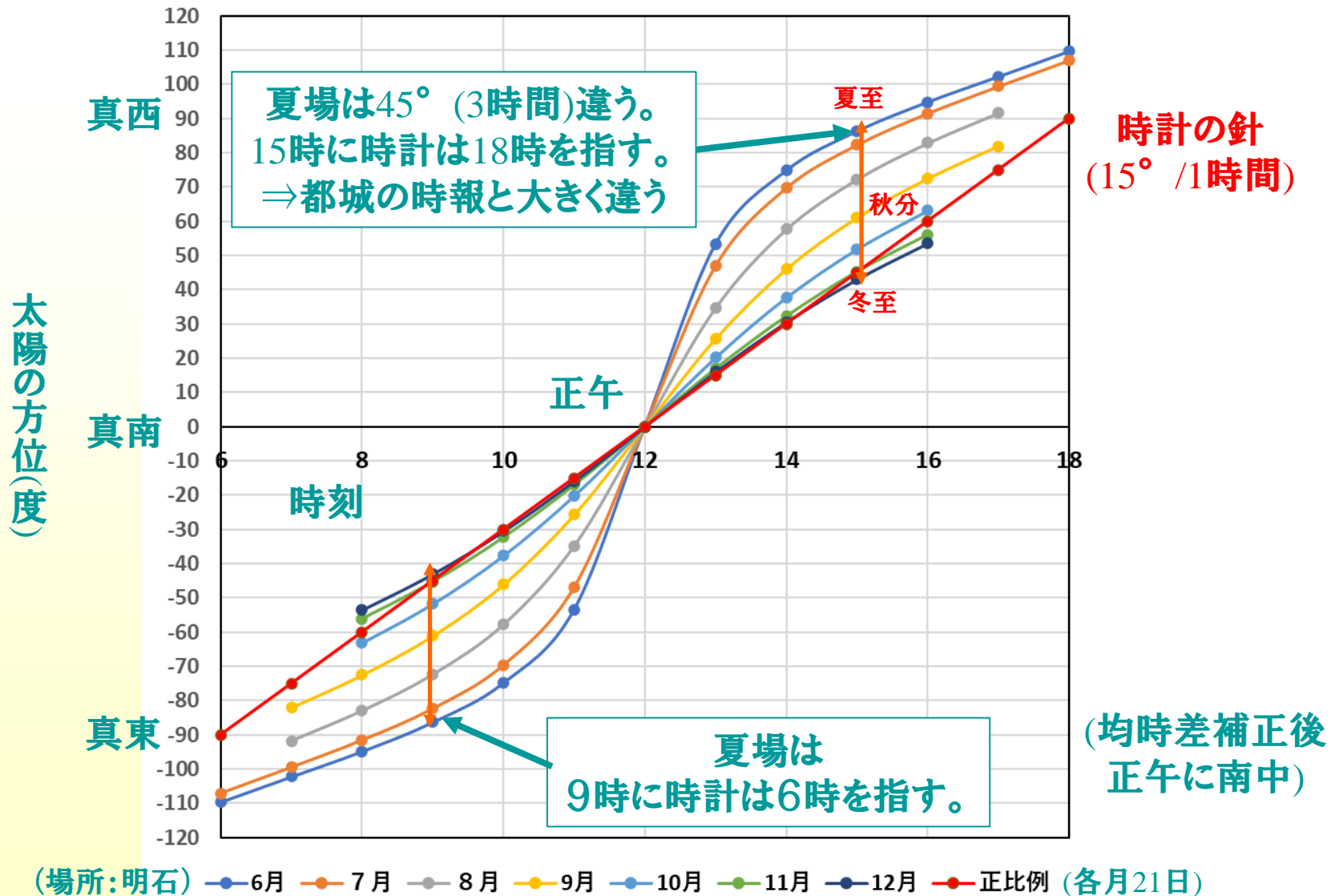
(以下略)』

⇒ 今泉氏や木下氏の時刻制の論文では、この記述を根拠に、飛鳥時代、漏刻のまえに日時計があったと推定している。

また、山田氏に限らず、「漢代の日時計」として紹介されている。

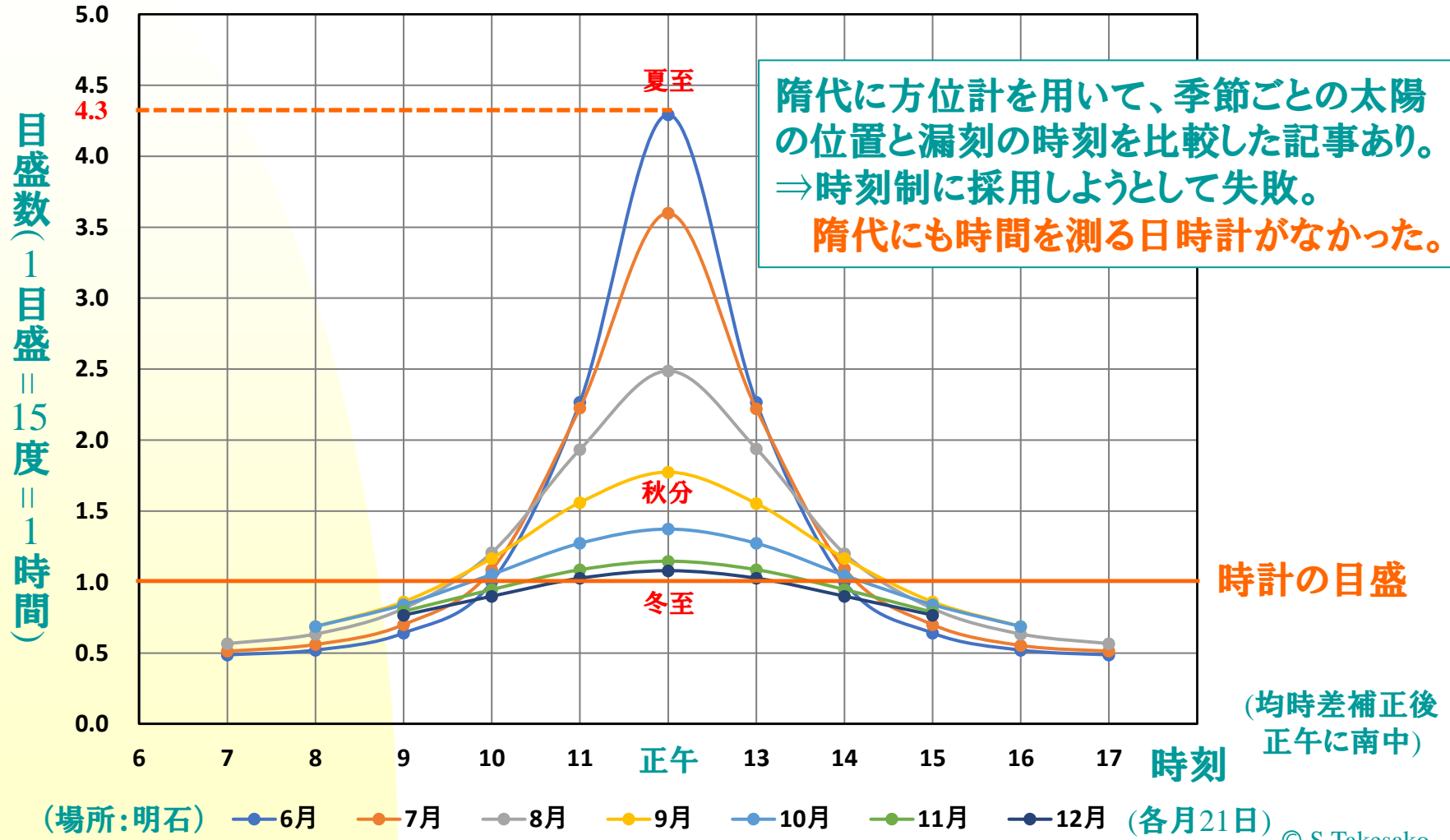
⇒ 漢代の方角計が時刻制の時計として使えるのかが問題。

季節による太陽の方位の時計とのずれ

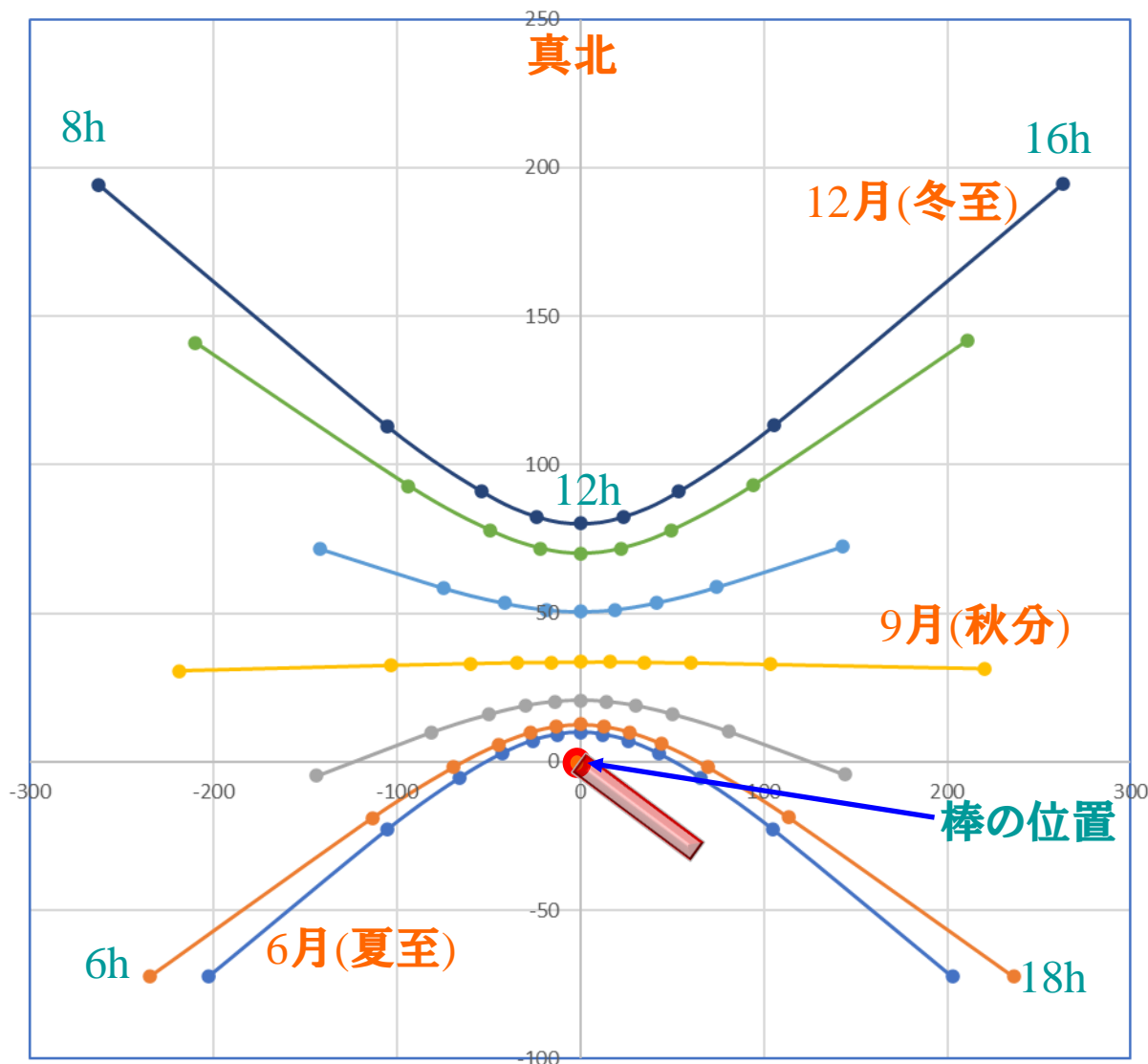


方位計が一時間に進む目盛数

方位計は時刻制の基本となる等間隔の時刻を提供できない。
⇒時計として使えない。



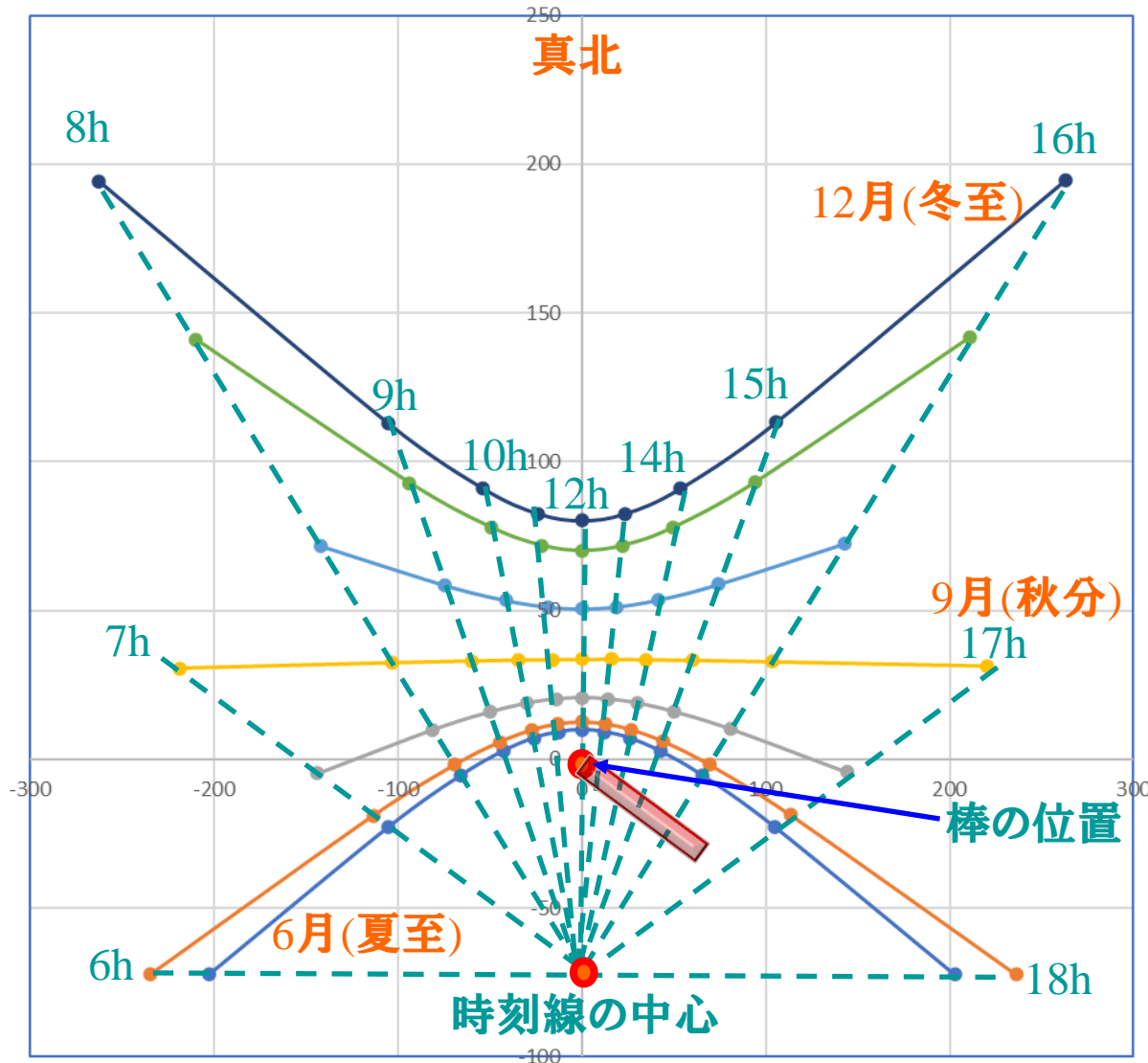
日時計: 垂直に立てた棒先端の影の動き



(均時差補正後
正午に南中)

(場所: 明石) ● 6月 ● 7月 ● 8月 ● 9月 ● 10月 ● 11月 ● 12月 (各月21日)

水平型日時計 (定時法)



日時計としては、左図の点線に沿った時刻の目盛盤が必要。

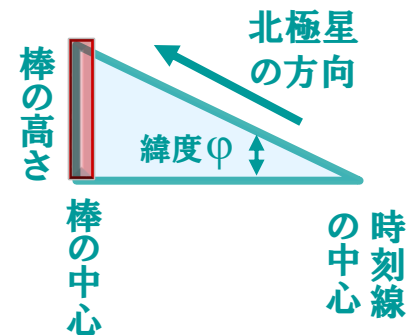
時刻線の式

$$\tan \theta = \sin \varphi \tan(15^\circ \times t)$$

φ は設置場所の緯度

t は正午からの時間

θ は正午からの角度

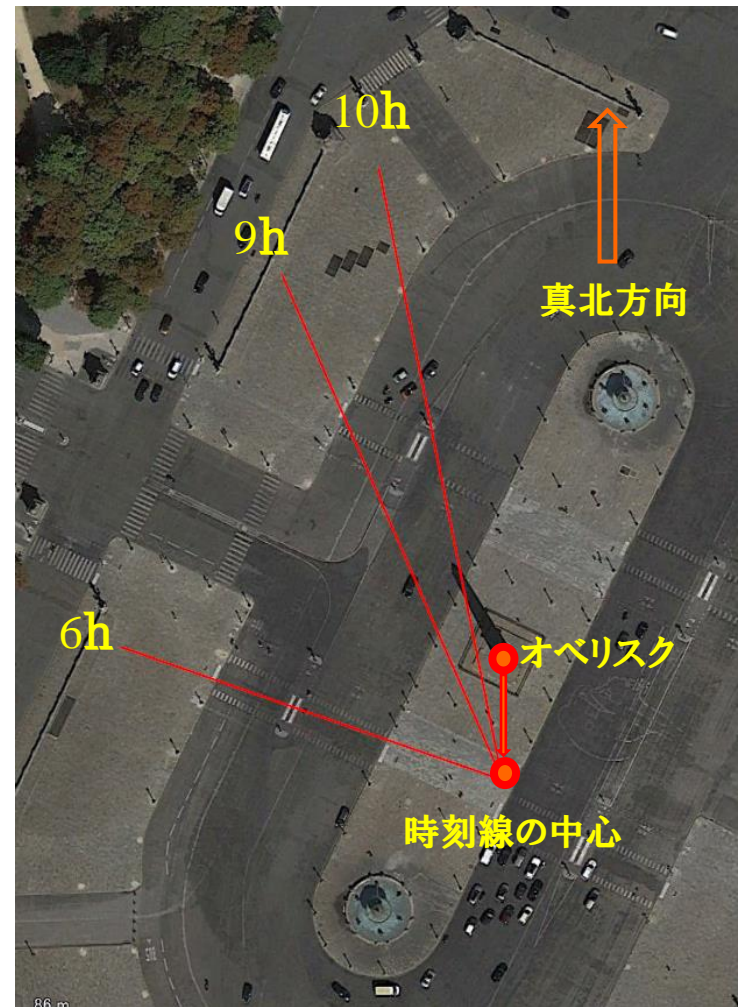


(定時法:一日を24等分)

(場所:明石) ●6月 ●7月 ●8月 ●9月 ●10月 ●11月 ●12月 (均時差補正後)

日時計 パリ・コンコルド広場のオベリスク

オベリスクを中心に時刻線を引いても時計にはならない。

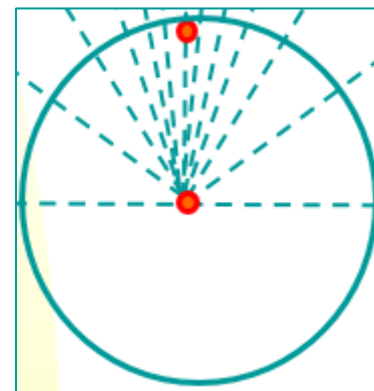
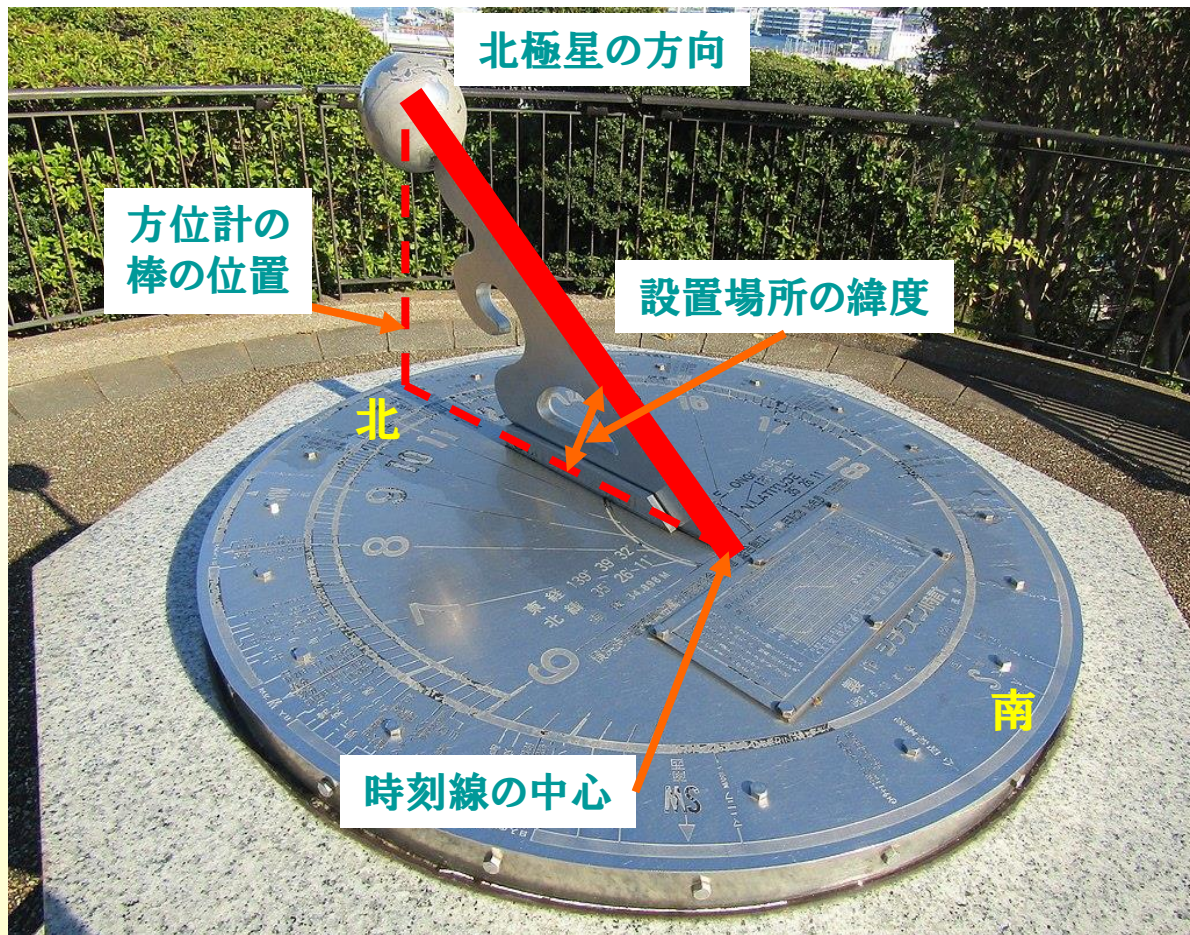


【https://paris-mosaic.blogspot.com/2017/04/blog-post_22.html】

【Google Map Pro】

© S.Takesako

現代の水平式日時計 (8世紀ムーア人が考案)



時刻線は水平式日時計と同じ



塩釜神社の日時計

<https://www.miyatabi.net/miya/siogama/siogamajin.html>

港の見える丘公園の日時計 【<https://ja.wikipedia.org/wiki/日時計> より】

目盛: $\tan \theta = \sin \varphi \tan(15^\circ \times t)$

φ は設置場所の緯度、 t は正午からの時間、 θ は正午からの角度。

古代ギリシャ・ローマの日時計

球面型日時計(南西トルコ出土:不定時法)



<https://www.atpress.ne.jp/news/211073>

アウグストゥス帝時代の日時計

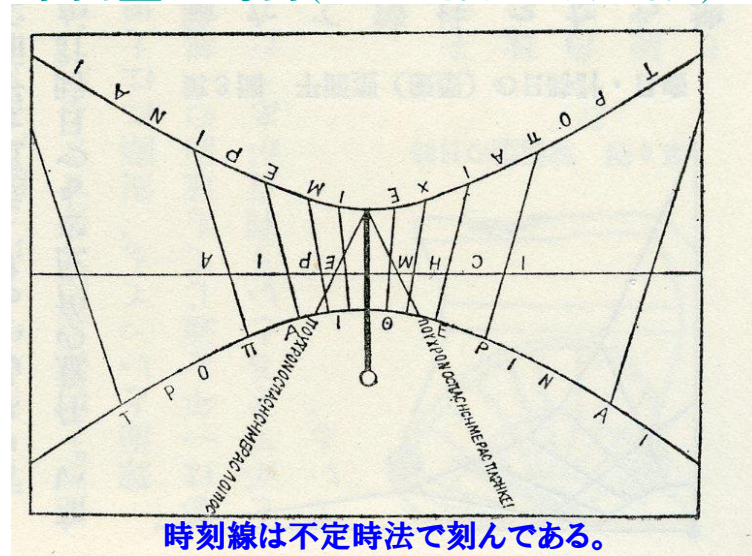
不定時法 大円:夏至 中円:春秋分 小円:冬至



ポンペイの日時計 (アポロン神殿)

<https://www.pinterest.jp/pin/502221795952921418/>

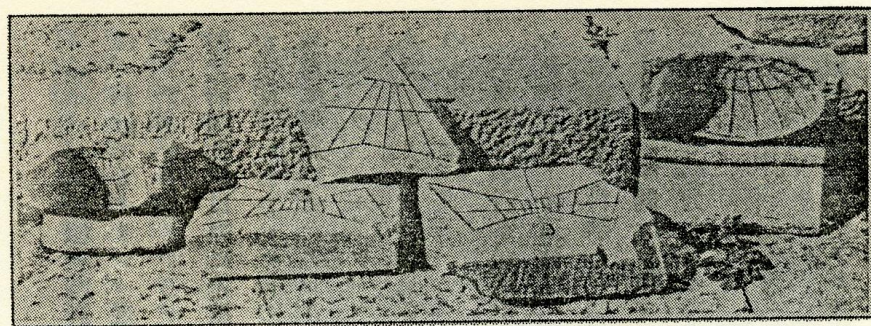
平面型日時計(デロス島出土:不定時法)



時刻線は不定時法で刻んである。

【荒川紘「日時計＝最古の科学装置」(1983)p.13より】

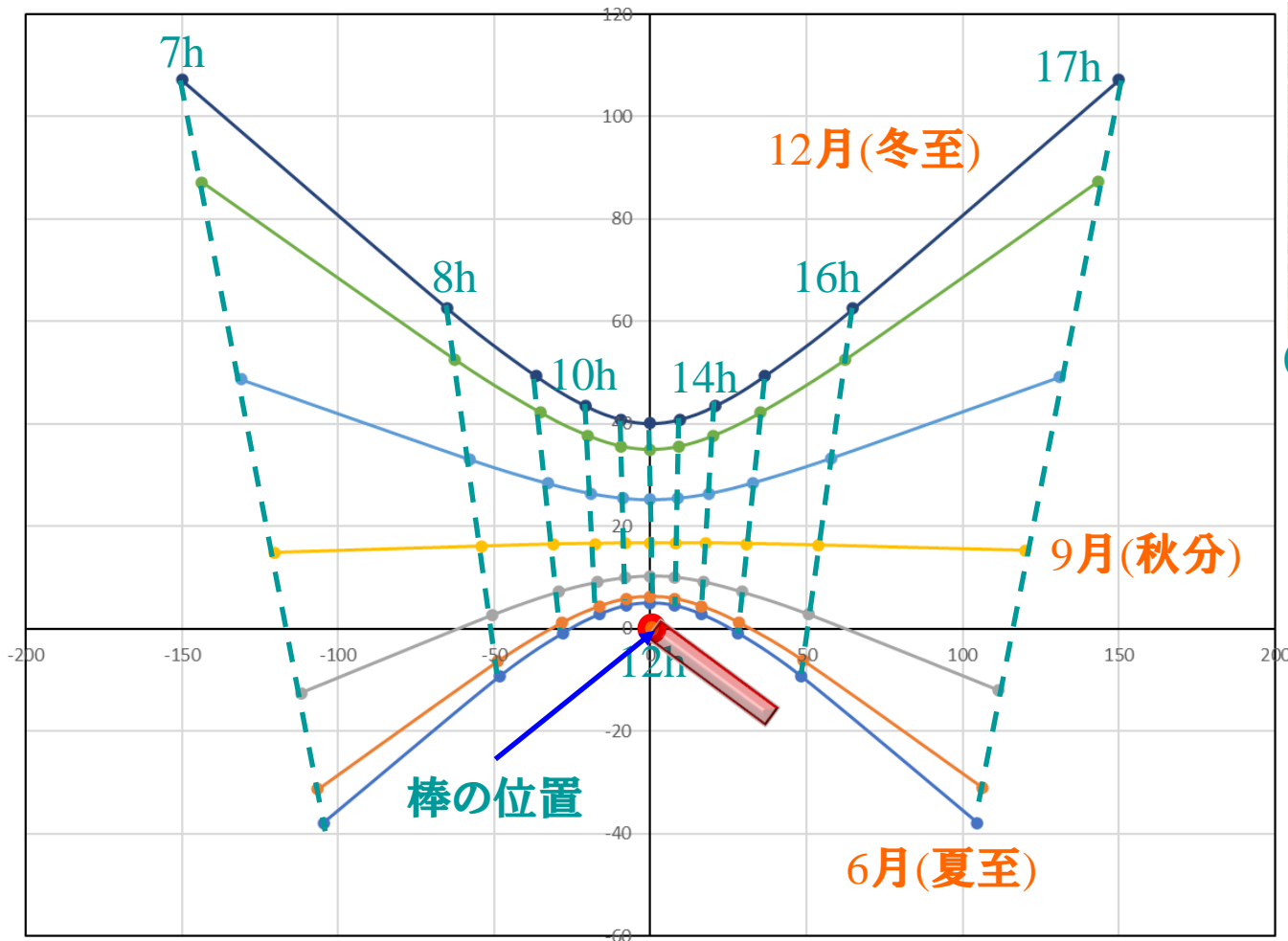
ポンペイ出土の球面型と平面型日時計



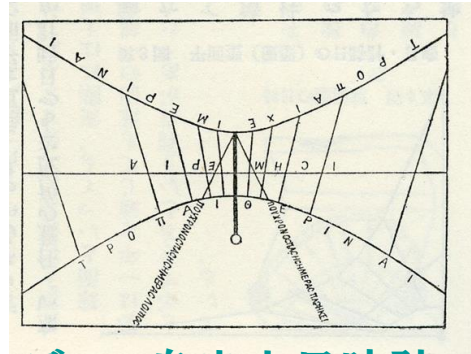
【荒川紘「日時計＝最古の科学装置」(1983)p.18より】

(不定時法:昼間の時間を12等分)

ギリシャ・ローマの水平型日時計 (不定時法)



(場所:明石) ●6月 ●7月 ●8月 ●9月 ●10月 ●11月 ●12月 (各月21日)



(デロス島出土日時計)

不定時法
 6時に日出
 正午に南中
 18時に日没

東洋の「圭表」と「日時計」

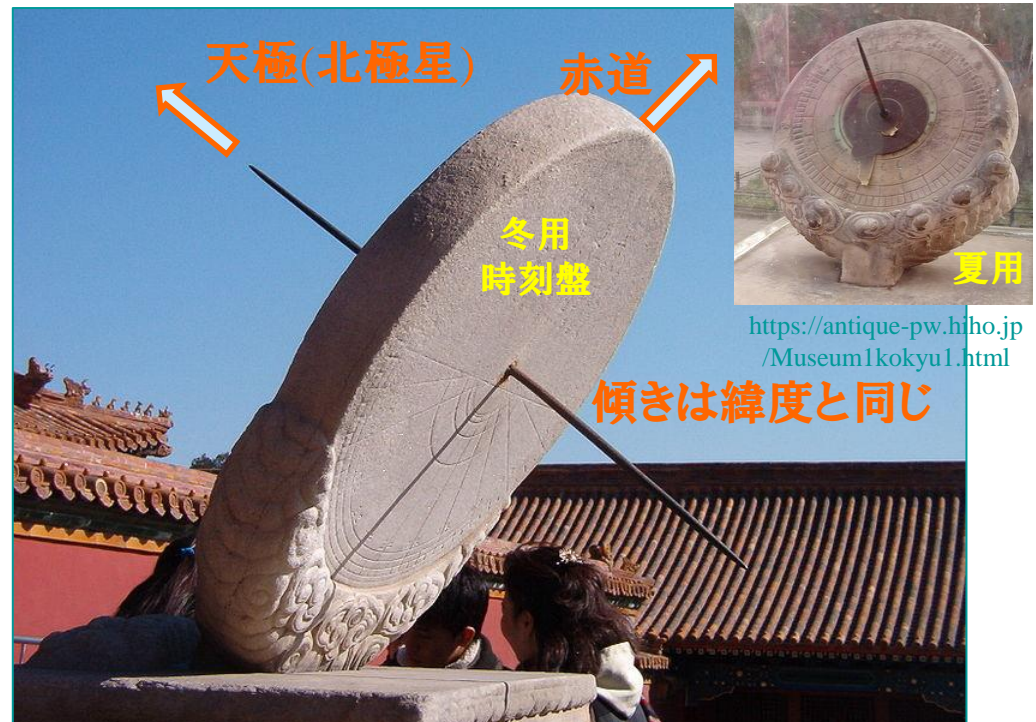
- 中国でも日時計が登場するのは宋代(12世紀)。朝鮮半島でも世宗時代(15世紀)。日本では江戸時代。
⇒ 古代東洋の宮殿には日時計は無い。

正午の影を測る「圭表」
(北京・古観象台)



[https://ja.wikipedia.org/wiki/表_\(道具\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/表_(道具))

時刻を測る「赤道式日時計」(宋代以降)
(北京・紫禁城・太和殿)



https://en.wikipedia.org/wiki/File:Beijing_sundial.jpg

赤道式日時計の目盛

赤道式日時計の目盛りは表と裏で違う。

表面の目盛(夏用)



裏面の目盛(冬用)



方位計を裏返しにしても使えない。

【セイコーキッズ 日時計の作り方】より

<https://museum.seiko.co.jp/kids/craft/sundial/pdf/paper.pdf>

李氏朝鮮・世宗時代(15世紀)の日時計

懸珠日晷 (赤道式日時計、定時制)



ko.wikipedia.org/wiki/현주일구와_천평일구

【韓国天文研究院の復元品】

仰釜日晷 (球面式日時計、定時制)



<https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Seoul-Gyeongbokgung-Sundial-02.jpg>

【世宗時代に製作された仰釜日晷は現存せず、現存する仰釜日晷は朝鮮後期に製作。】

新羅の日時計

全相運著『韓国科学技術史』p.52に、石板に円を24等分した目盛りが刻まれた破片を、新羅時代(6-7世紀頃)の『花崗石製円盤型日時計』と紹介している。しかし、漢代の方位計と同じく、裏面に目盛がないので「方位計」と考えられる。

沖縄・首里城日影台の日時計

- 正午の時刻を測る方位計を日時計にしたかった。
- 方位計を傾け試行錯誤した結果。
- 方位計は時計として使えない例。

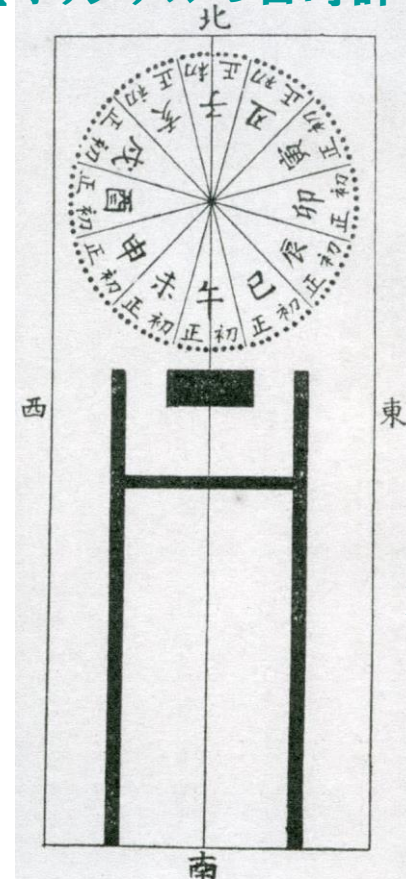
【復元された日時計・北向】



【首里城公園管理センター】

春分・秋分は45度、夏至は64度、
冬至は10度
⇒ 昼間の数時間しか日がささない。

【オリジナルの日時計・南向】



135cmx60cm
ぐらゐの石板

「琉球古来の数学と結繩及び記標文字」より

二十四節気に基づき年に
24回角度を変更
夏至(垂直)⇔冬至(水平)

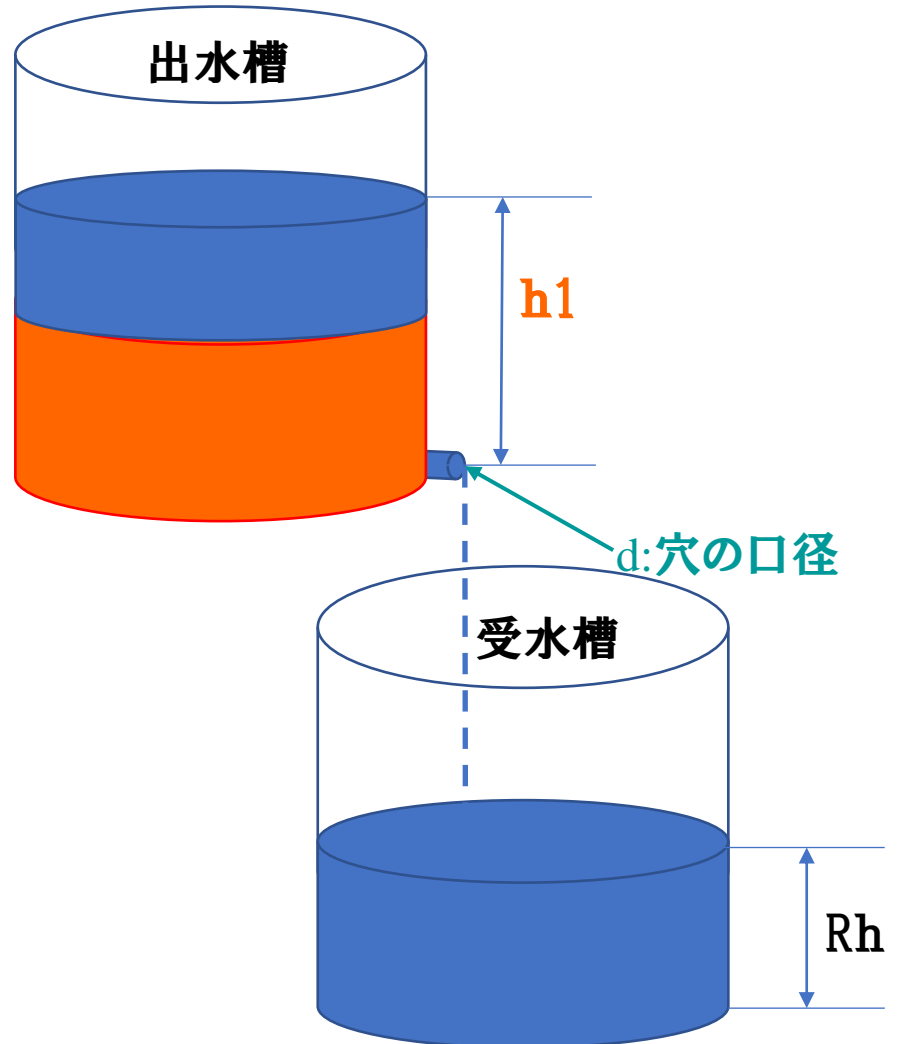
飛鳥時代に日時計は存在しない

- 検証結果から、
 - 時刻制は等間隔の時間を測れる時計があって成立。
⇒ 方位計は季節により時間の間隔が違い、時刻制の基本となる時刻を提供できない。
 - 時間を測れる日時計は、中国でも宋代まで存在しない。
当然、飛鳥時代にも日時計はなかった。
- 時刻制の導入には、最初から漏刻が時計として使われていたことになる。
⇒ 時刻制 (12辰時) と漏刻はセットで伝来していた。

3. 漏刻の検証

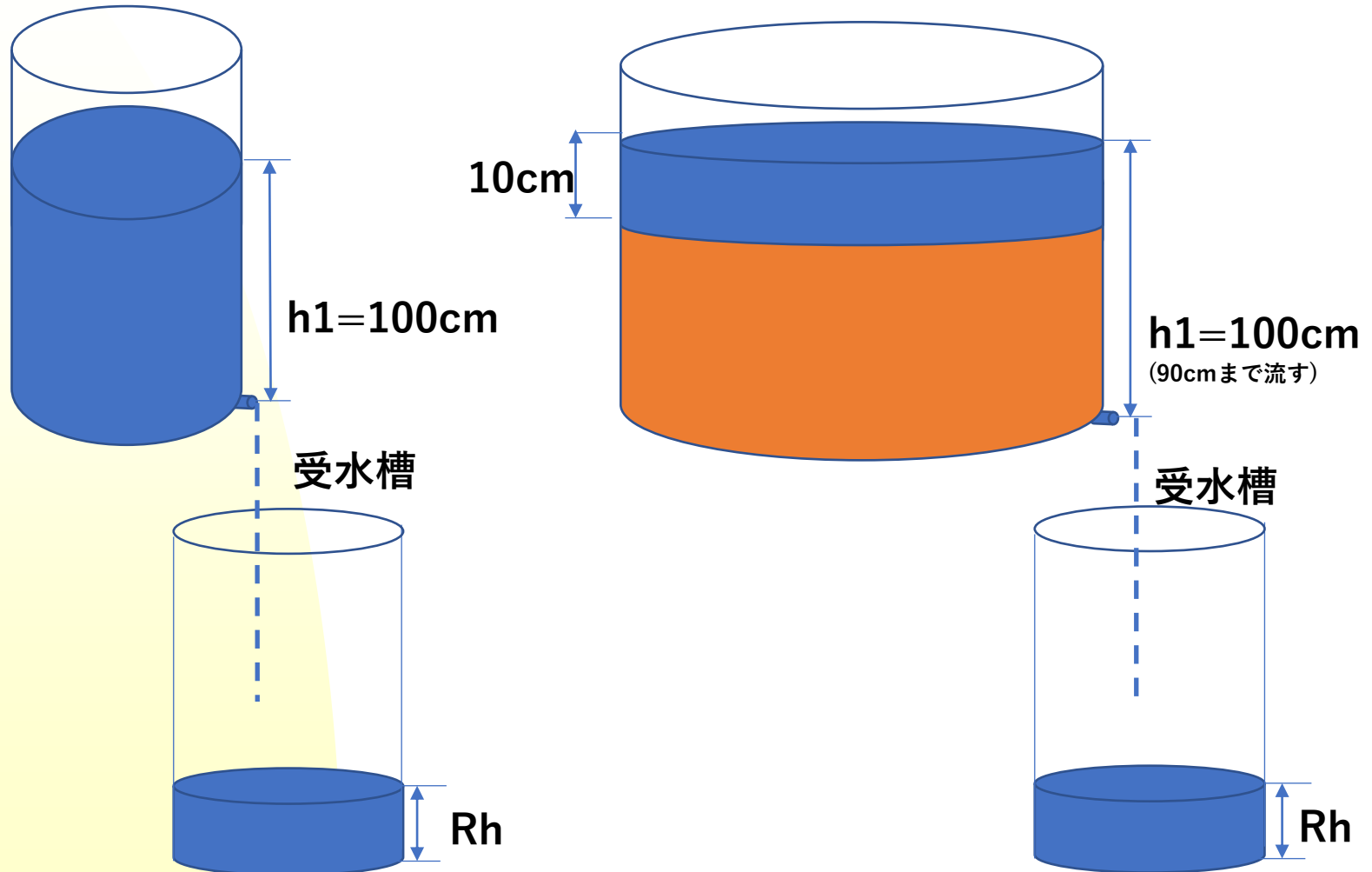
漏刻の基礎 (1/2)

- 漏刻は水槽から流れ出た水の水深(Rh)を測り時刻を測定する装置
- 出水槽から流れ出る流水量U
 - $U = V(\text{流速}) \times S(\text{穴の断面積})$
 $= \text{root}(2 \times 9.81 \times h1) \times (\pi \times d^2)$
- 流水量Uは高低差h1のルートに比例する
 - 最初は多く、最後は少ない。
- 精確な水時計を作るためには
 - 高低差h1をなるべく一定に保つ
 - ① 上部の水(青色)だけを使う。
 - ② 大きな出水槽(琉球に実例)
 - ③ 流出量と同じ水量を加える。
 - ⇒ 多段式漏刻(漢代)
 - ⇒ オーバーフロー型(宋代)



漏刻の基礎 (2/2)

- 表面積が10倍の水槽なら、高低差は1/10になる。
上部の水だけ使えば、さらに高低差の影響は抑えられる。



首里城・漏刻門の漏刻(大水槽)の考察(1/3)

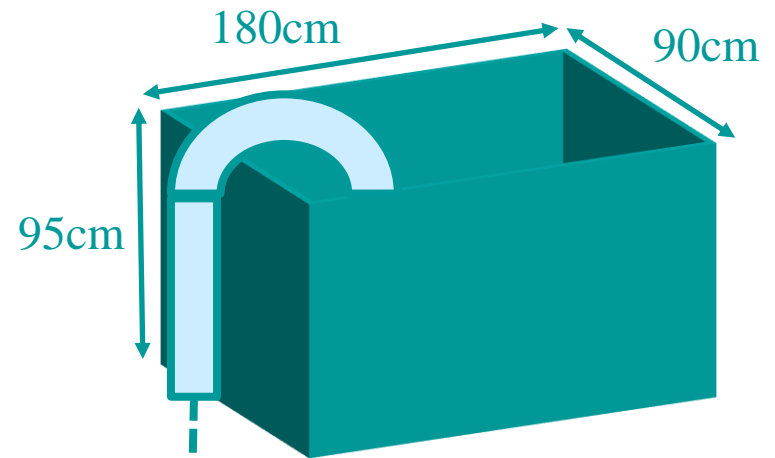
矢袋喜一「琉球古来の数学と結縄及び記標文字」(大正4初版、昭和9再版)p.99に「雨天又は夜間には、畳1枚大、高さ二尺五寸ばかりある銅の箱より漏れ出る水量を、更に他の同大の器に受け、その度盛よりして時刻をはかりたりと。」この器の容量は約 $180\text{cm} \times 90\text{cm} \times 95\text{cm} = 1,539$ ㍓とドラム缶で約7.5本分あるので給水が重労働。



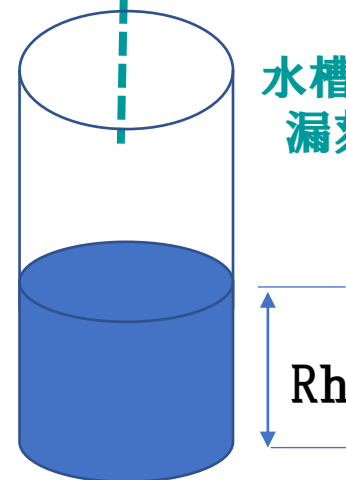
【首里城公園管理センター】

シミュレーション結果

銅管の出口の太さ約0.9mm (流量係数0.7)
水槽の水を95cm⇒85cmで利用(162㍓)したとして、24時間計として最大10分の誤差。



受水槽



水槽が大きければ1段の漏刻でも実用になる。

注:「更に他の同大の器に受け」
2個目の水槽は浄水用で、受水槽は他に小さな水槽があったと考える。

首里城・漏刻門の漏刻(大水槽)の考察(2/3)

- 1段の漏刻の誤差は、24時間計としてみた場合、中間の12時間目が最大となる。
- 南中時刻を測る圭表は、水の補給のタイミングには使えるが、誤差は測れない。
⇒ 同じ性能以上の漏刻や、渾天儀による天文観測でチェックする必要がある。
- 首里城の漏刻は、正午に水の補給をした場合、誤差が大きいのは夜の時間帯なので、実質大きな影響はない。
- 地方に置かれた国産の漏刻は大型水槽タイプと考えられる。(大宰府など)

時間	取水槽 水位(h1)	受水槽 水位(Rh)	誤差(分)
0	950.0	0.0	0.0
1	945.7	42.8	-1.6
2	941.5	85.4	-3.0
3	937.2	128.0	-4.3
4	933.0	170.5	-5.5
5	928.7	212.9	-6.6
6	924.5	255.2	-7.4
7	920.3	297.4	-8.2
8	916.1	339.5	-8.8
9	911.9	381.5	-9.3
10	907.7	423.4	-9.6
11	903.5	465.2	-9.8
12	899.3	506.9	-9.9
13	895.2	548.5	-9.8
14	891.0	590.0	-9.6
15	886.9	631.4	-9.2
16	882.7	672.7	-8.7
17	878.6	714.0	-8.1
18	874.5	755.1	-7.3
19	870.4	796.1	-6.4
20	866.3	837.1	-5.3
21	862.2	877.9	-4.2
22	858.1	918.6	-2.8
23	854.1	959.3	-1.4
24	850.0	999.8	0.3
最大誤差(分)			9.9

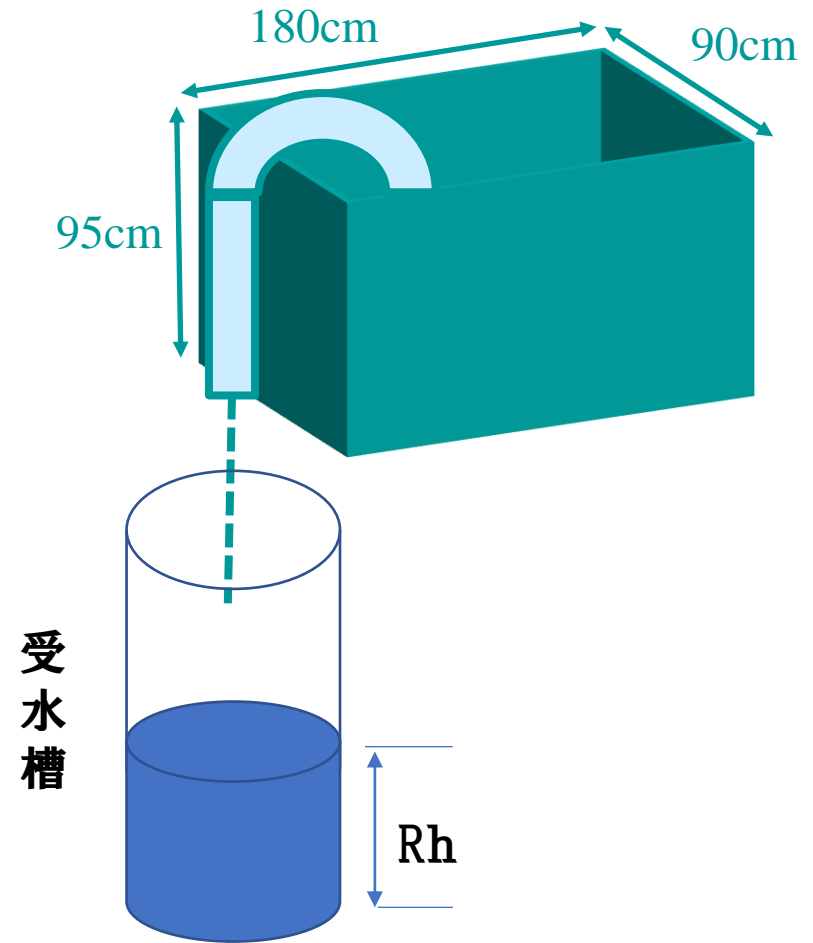
← 最大誤差
(10分早い)

← 誤差無し

首里城・漏刻門の漏刻(大水槽)の考察(3/3)

● 1段の水時計の作り方

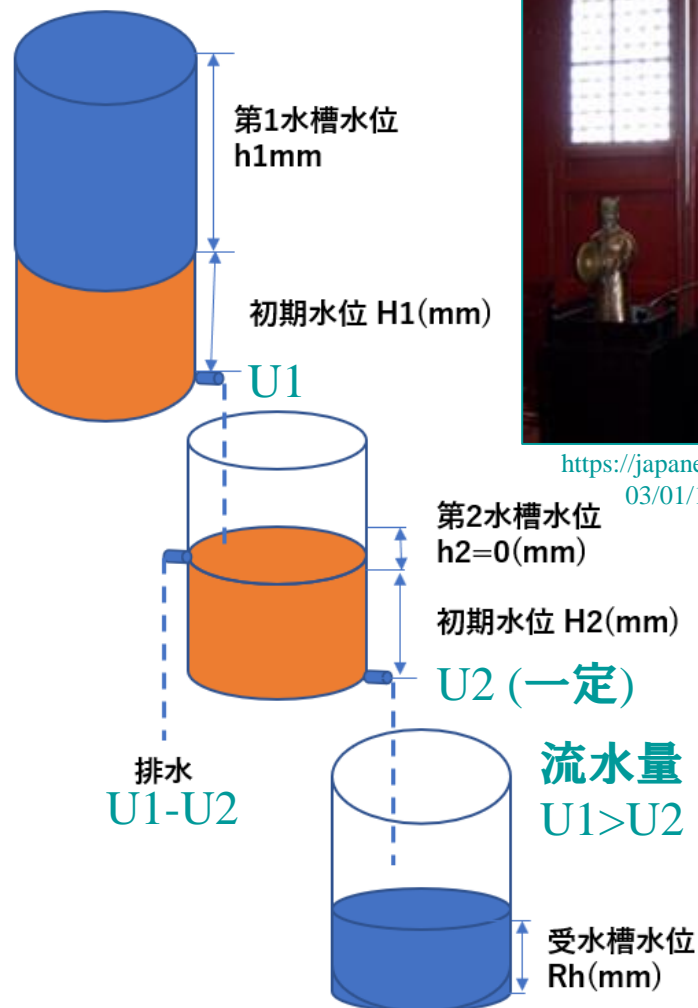
- 大きな水槽と片方が1mm以下の銅管を用意する。
- 出水量の調整は銅管の口の大きさや高さで行う。
- 24時間受水槽に銅管から出た水を貯める。
- 貯まった水の水面の目盛りを24時として、24等分する。



オーバーフロー型二段漏刻

清代・紫禁城の漏刻
「鐘鼓楼文物保管所」

- 第2槽に排水より少し多めに第1槽から給水する。
 - 給水量をなるべく一定にするため、3段型も用いられた。(右写真)
- 第2槽の途中に排水口がついていて、溢れた水は排水口から流される。
 - 水位は H_2 で一定し、精度の高い漏刻が実現。
 - 発明されたのは宋代



<https://japanese.cri.cn/941/2011/03/01/1s171356.htm>

複数段の漏刻の必要性

- 宋代前はオーバーフロー型はなく、宮中では小型、24時間の漏刻がとめられた。
- 小型の漏刻では、一段目で一時間以上の誤差が発生する。
- 段数を増やす毎に誤差は縮小。

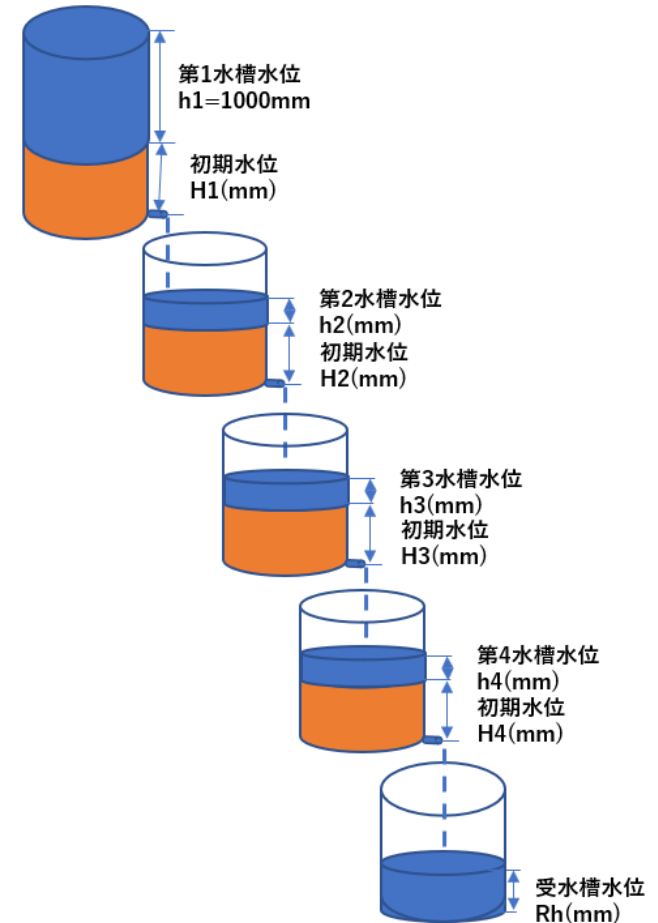
同じ前段での計算結果の一例(24時間計)

段数	1段	2段	3段	4段
誤差	108分	8.1分	2.3分	0.5分

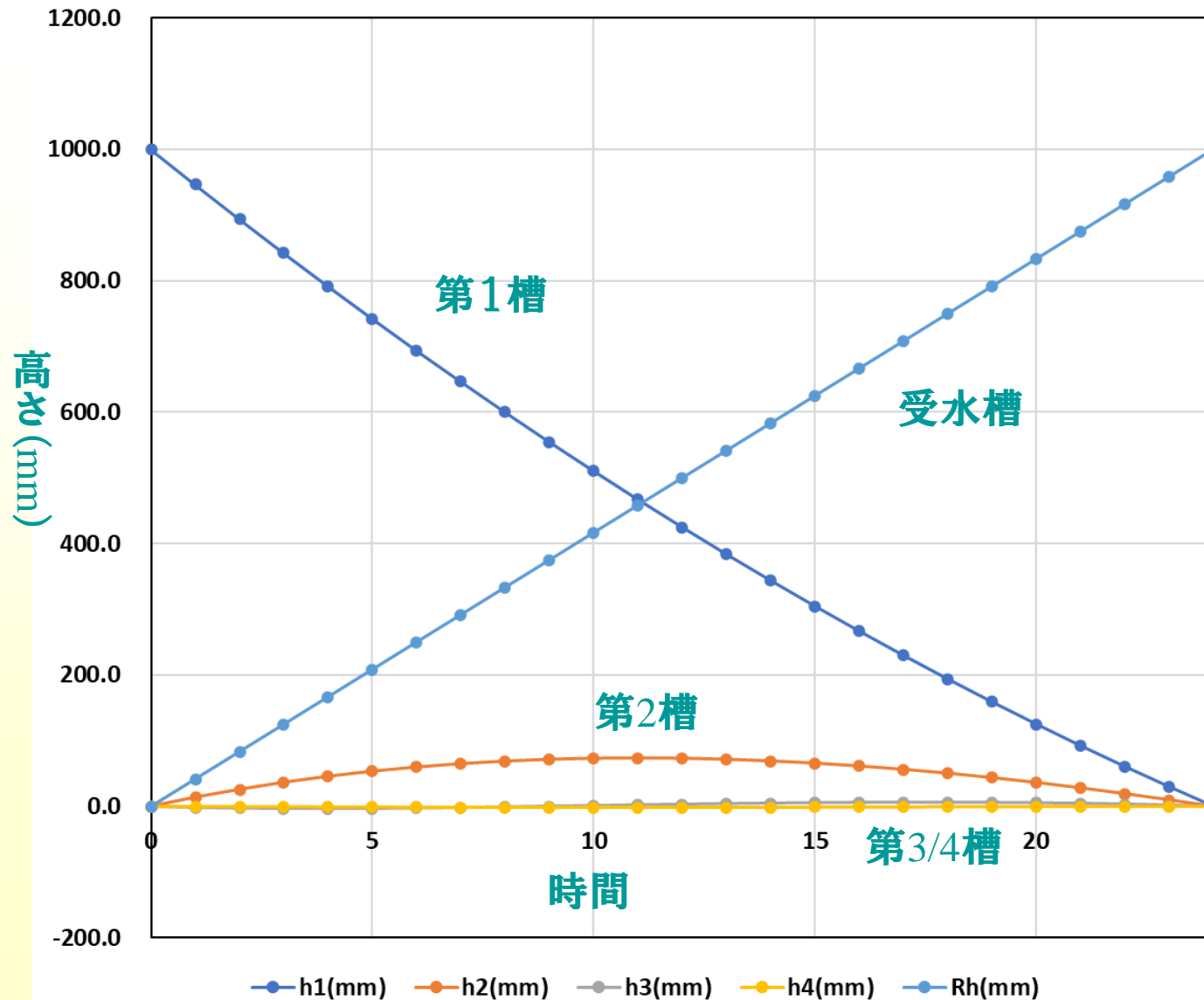


標準時計の精度

- 唐の初めには4段まで改良されたが、2段や3段でも実用的だった。
⇒ 遣唐使により伝来したと考えられる。



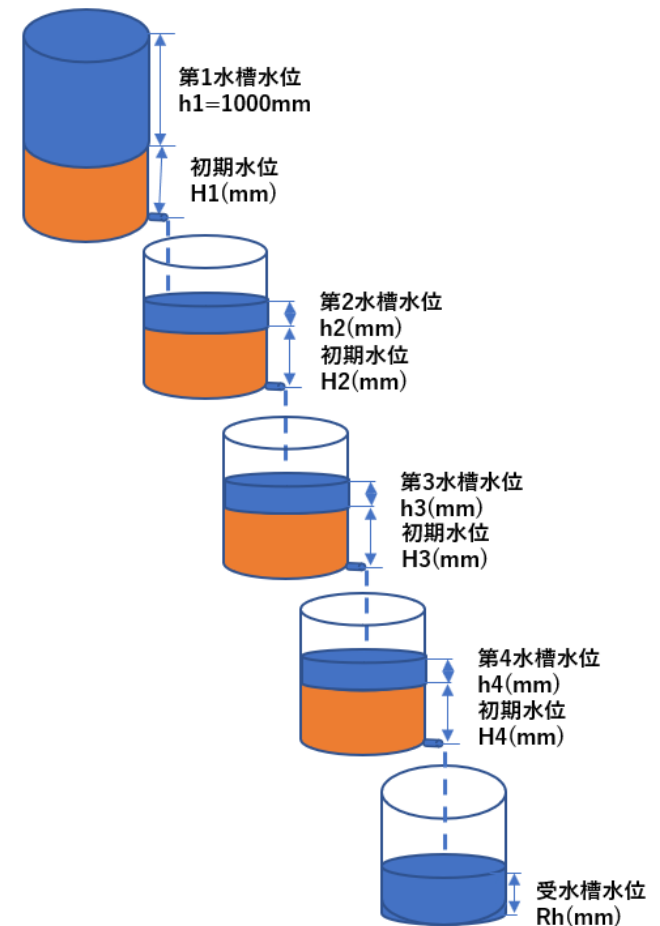
複数段の漏刻の高低差の変化



【四角形水槽の一辺は32.8cm⇒面積は1075.84cm²、最大誤差0.5分のケース】

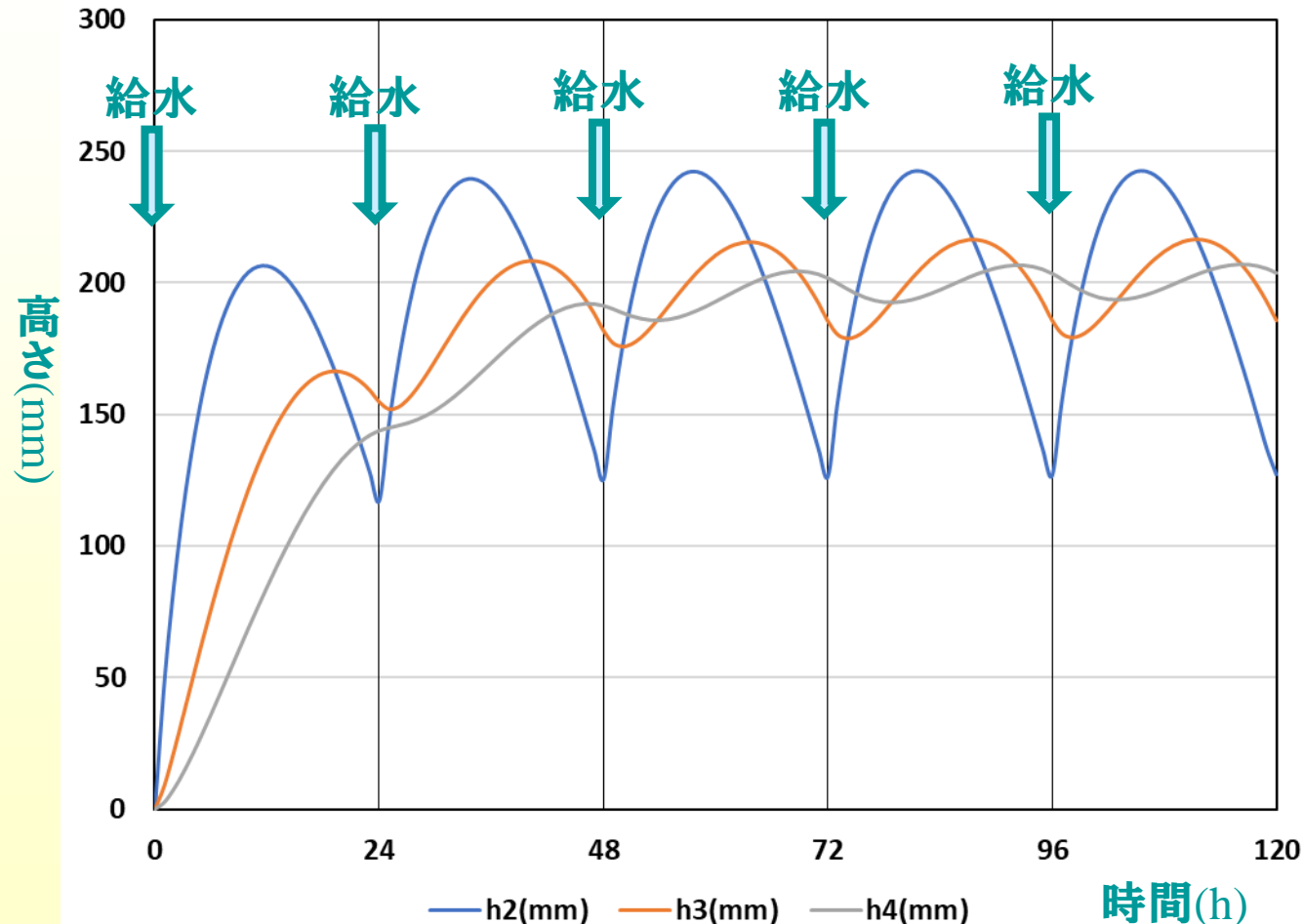
複数段の漏刻の調整/運用にはノウハウが必要

- 24時間に一回正午に第一槽補給するという条件で、毎回正午には初期値 $h1=h2=h3=h4=0.0$ になるように、初期水位を調整する必要がある。
- 第一槽は、 $h1=1000\text{mm}$ から24時間後に $h1=0\text{mm}$ になり、誤差が少なくなるように、 $H1$ をなるべく高い位置に置くように調整。
- 第二槽は、2段の構成で、 $h1=0\text{mm}$ から24時間後に $h1=0\text{mm}$ になるように、 $H2$ を調整。同様に、第三槽、第四槽を3段と4段の構成で調整する。
- この調整により、毎日正午に第一槽に補給するだけで、同じ条件で漏刻が動く。



実際の運用において

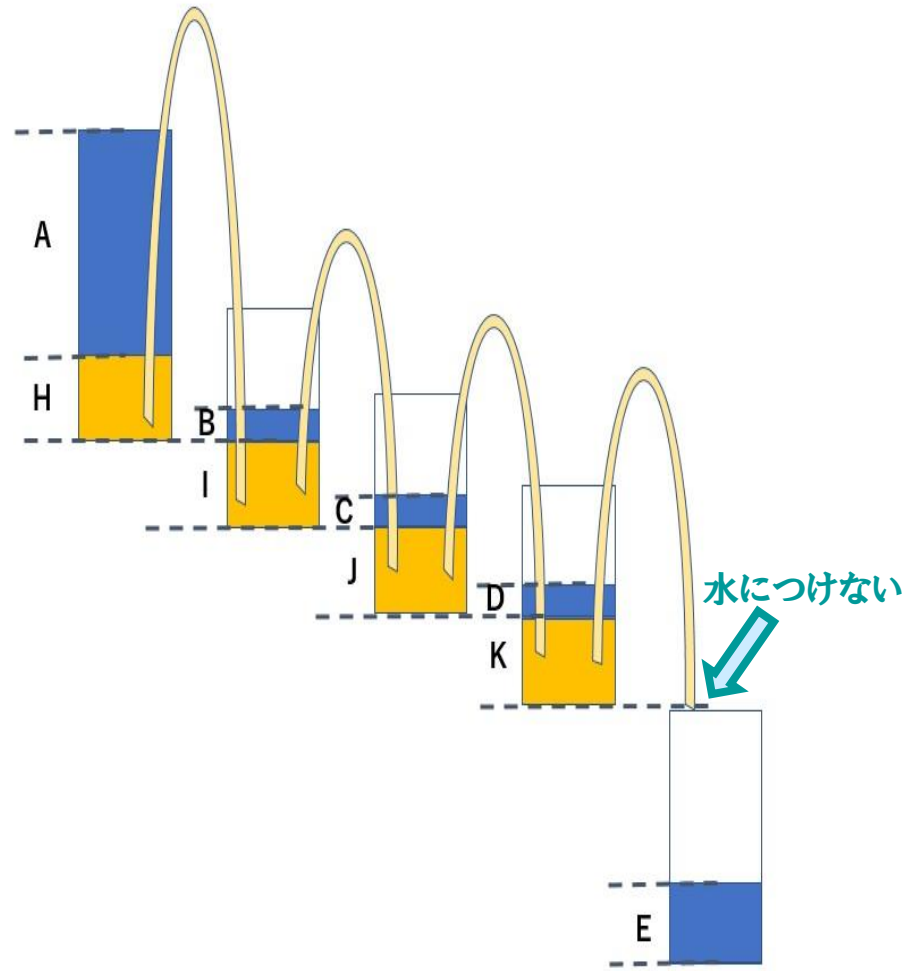
- 初期水位が正しく確認されていると、たとえ、H2,H3,H4の水を抜いたとしても、正午の第一層への補給だけで、数日で初期値へ戻る。
⇒漏刻の運用では、圭表で正午の時刻を知ることが重要。



【4段漏刻・最大誤差7分のケース】

サイフォンの使用方法

- 木製の漏刻にはサイフォンが用いられたとされる。
- 右のような**両端を水につけた漏刻**が一般に想定されている。その場合、すべての水槽が連結して動き調整が困難。また、調整には、**水管の長さや、水槽を置く台座の高さを調整する**しかない。
⇒**調整が困難で非実用的。**
- サイフォンを使う場合は、最後の段のように、**片側は水につけないタイプ**だろう。この場合、考え方は、水槽に出水口をつけた場合と同じ。



皇太子による漏刻制作の可能性

- 漏刻の検証結果から、

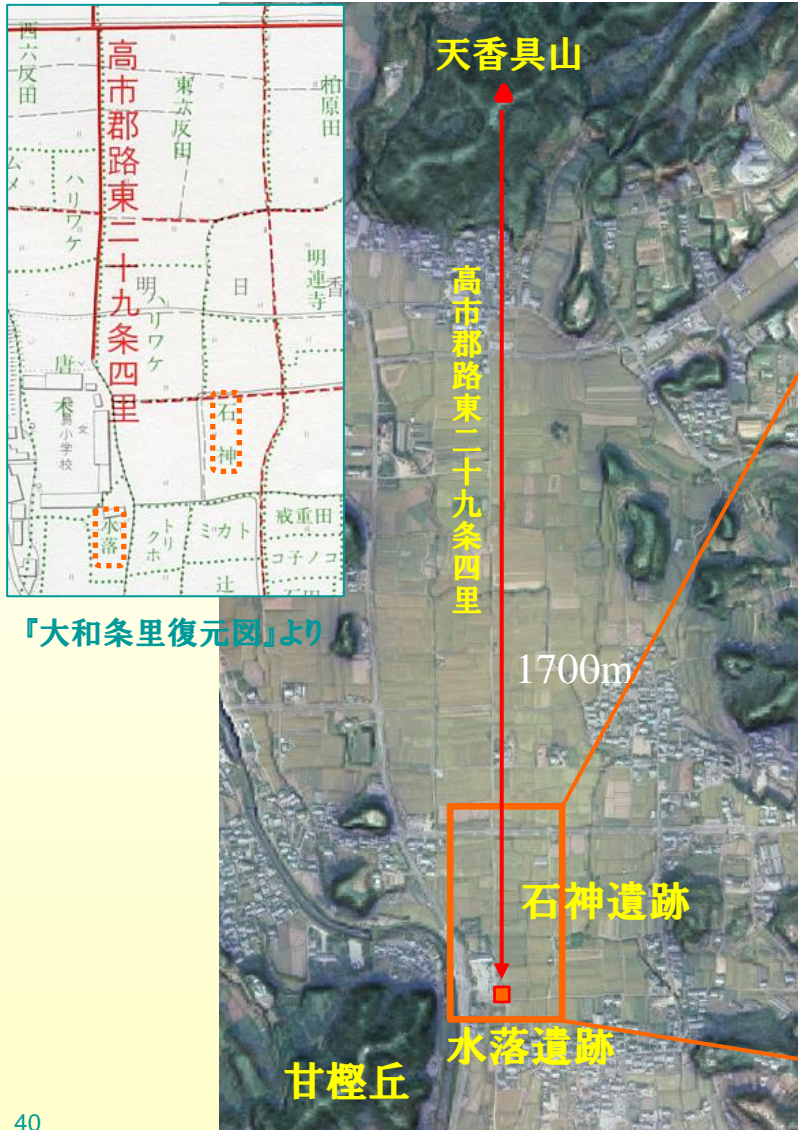
- 沖縄首里城・漏刻門タイプの大型水槽を用いた漏刻であれば、中国伝来の漏刻を標準時計として、制作するのは比較的容易。

- 飛鳥・水落遺跡の漏刻台には広いスペースがあり、小型の漏刻を使用する必要性はない。

⇒ 飛鳥・水落遺跡の漏刻台には、大型水槽タイプの漏刻が設置されていたと考えられる。

4. 飛鳥・水落遺跡の検証

水落遺跡の位置



水落遺跡 樓閣基壇

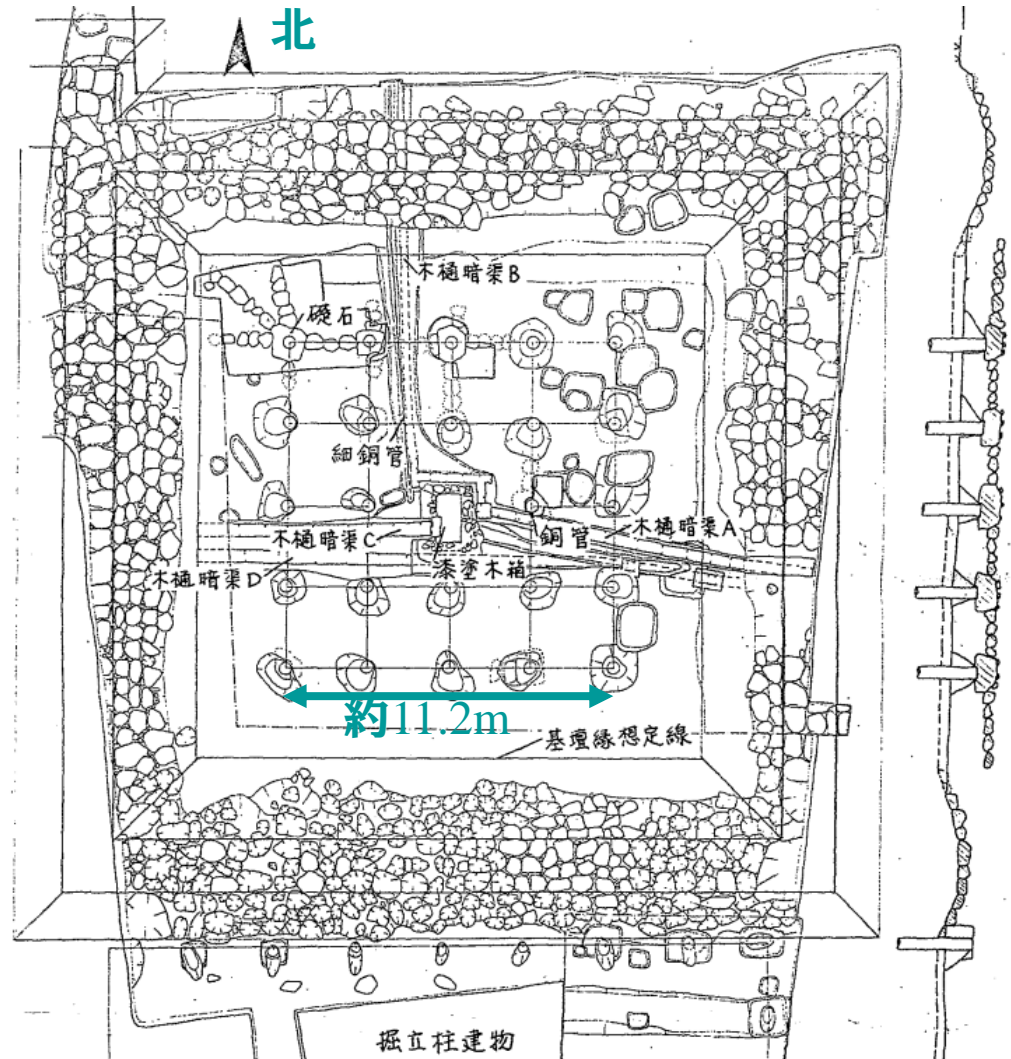
- 約22.5m四方の土地に、版築の基壇を築き、地下礎石式の約12m四方の樓閣があった。樓閣は高くて9m程度の2層。

水落遺跡(北西より)



水落遺跡の調査

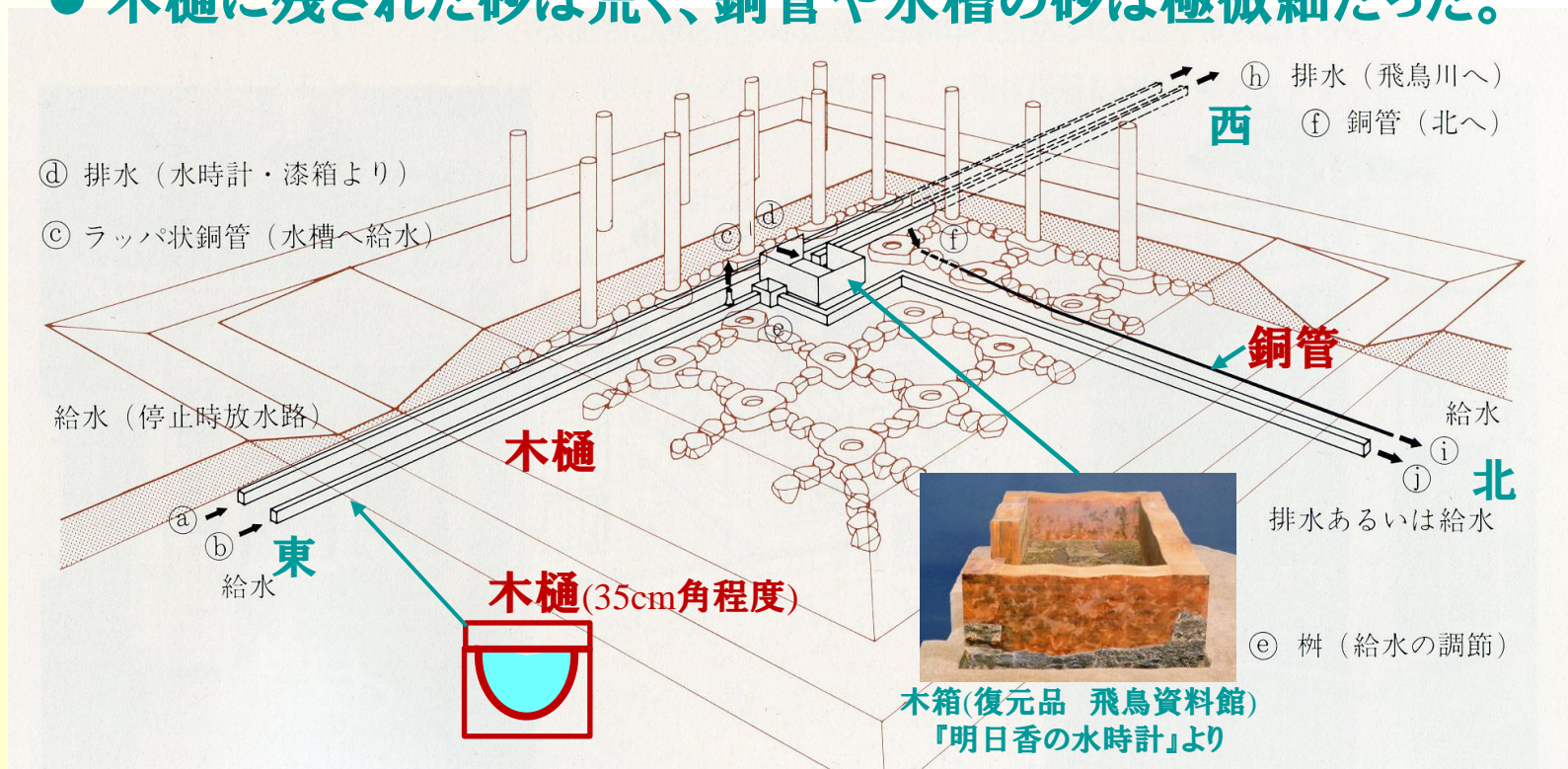
水落遺跡第10次発掘調査説明会資料(2010)



【史跡飛鳥水落遺跡発掘成果説明会資料 1982年2月20日】

水落遺跡 地下に埋設された水施設

- 東西と北の石神遺跡に向けて木樋（水道）があり、また北に向けては銅管（口径9mm）も埋設されていた。
- 中心には排水口の付いた漆塗の木箱置かれ、中に小型の水槽が置かれた跡があった。
- 木樋に残された砂は荒く、銅管や水槽の砂は極微細だった。



水落遺跡 発掘物

水落遺跡が漏刻を置いた漏刻臺と推定された理由

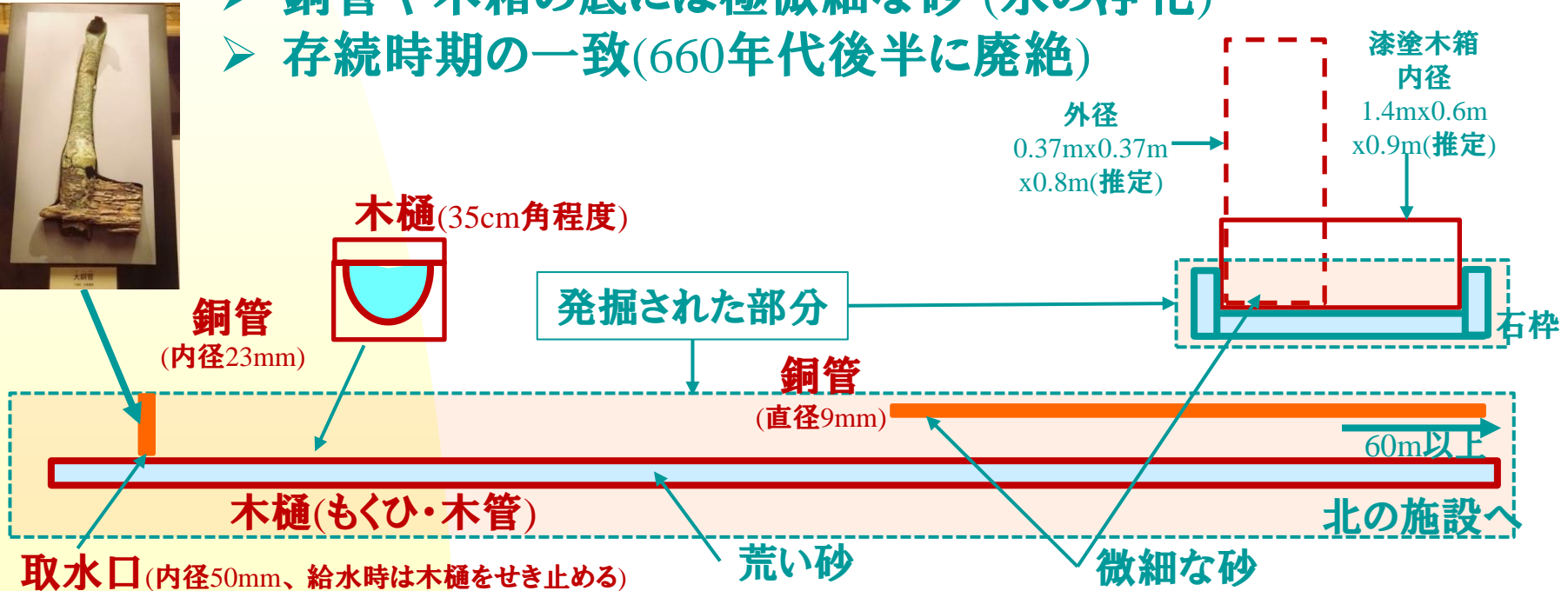
- 強固な楼閣状の基壇
- 木樋(もくひ)
- 銅管
- 漆塗木箱
- 銅管や木箱の底には極微細な砂 (水の浄化)
- 存続時期の一致(660年代後半に廃絶)

漏刻と直接関係するのは、漆塗木箱と付着した砂のみ。



木箱(復元品 飛鳥資料館)
「明日香の水時計」より

(飛鳥資料館)



水落遺跡 楼閣の用途

● 漏刻臺(+浄化給水施設の可能性)説

- 中心に置かれた漆塗木箱は漏刻の最下段。
- 2階には時刻を報じる鼓鐘があった。
- ✓ (反論) 木樋による給水は不要。強固な楼閣は不要。
- ✓ (反論) 漆塗木箱を漏刻の一部とするのは拡大解釈。
- ✓ (反論) 銅管への水の供給元を漏刻とするのは無理がある。

● 石神遺跡への給水塔(+漏刻否定)説

- 強固な楼閣の造りは、2階の貯水設備のため。
- 漏刻の確証は発掘されていない。
- ✓ (反論) 浄化・貯水設備は発掘されていない。

● 天文台説

- 漏刻に天文設備による時刻調整は必須。
- ✓ (反論) 甘櫨丘で西の空は見えない。天武朝の占星台より早い。

石神遺跡の噴水石造物



須弥山石 (しゅみせんせき)

CATHARSIS

下段の四方の孔から噴出する。(噴水孔:約5mm)



石人像 (せきじんぞう)

(噴水孔:約2cm)

齊明六年(660)夏五月辛丑朔(略)。是月、(略)又、**皇太子初造漏剋、使民知時。**又、(略)又、**於石上池邊作須彌山、高如廟塔、以饗肅慎卅七人。**(石上池の辺りに須弥山を作る、高さは廟塔のようだ)

写真提供:【風情豊かな奈良を愛する 奈良人(ならびと)】
<https://isle-bd.com/>

有坂隆道氏は、漏刻や天文台を否定し石神遺跡への給水施設と推定。

© S.Takesako

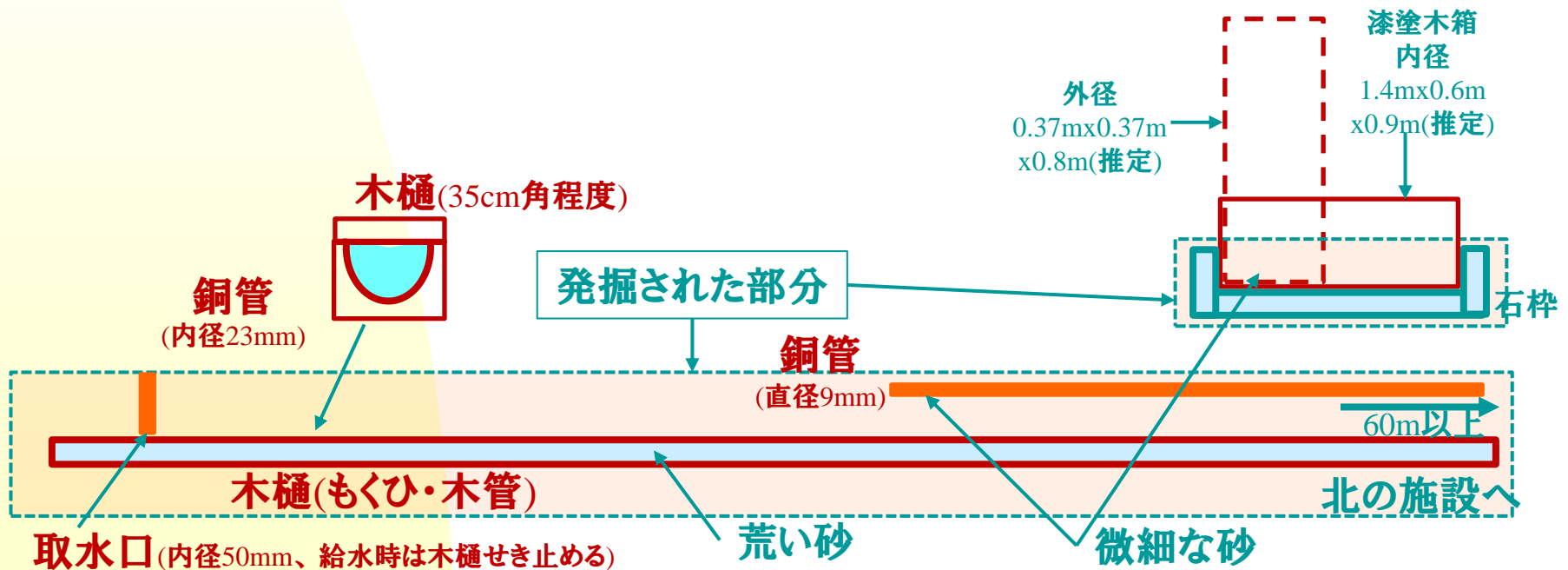
水落遺跡 設置されていた設備

浄水装置/貯水槽

天文観測装置(時刻調整)

時報設備(鐘鼓)

漏刻



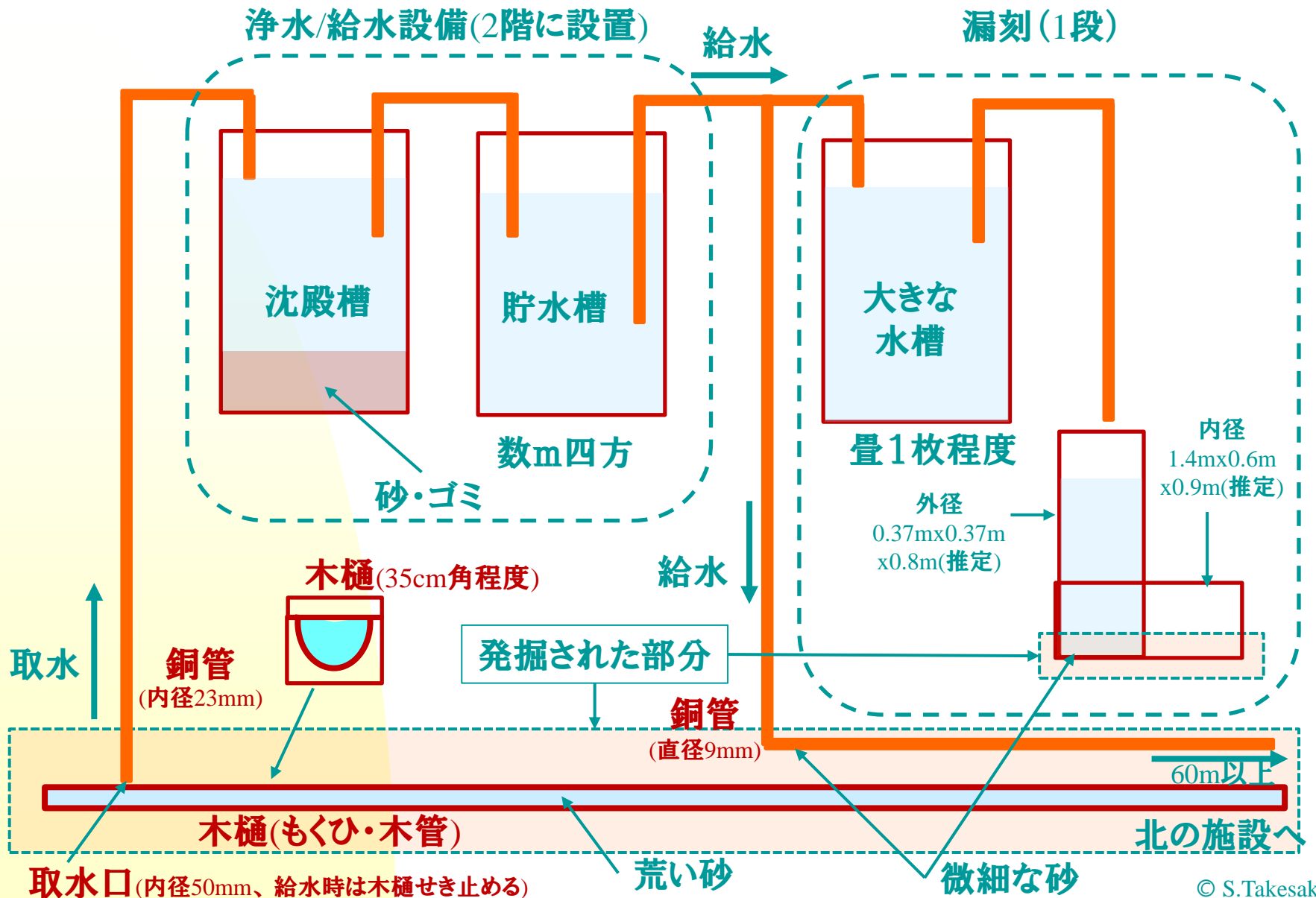
再現された漏刻の問題点

- 再現された漏刻は唐の最新式
 - 両端入水式のサイフォン
 - 4段式漏刻(6時間x4回)
- 問題点
 - 両端入水式のサイフォンは、シミュレーションができない古代では制作及び運用が困難。
 - 精確に6時間おきに給水することを前提にしているが、時計がないと運用できない。
⇒ 正午に給水する方式が必須。
 - 水落遺跡には広いスペースがあり、小型化する必要はない。
 - 中国からの輸入が前提。



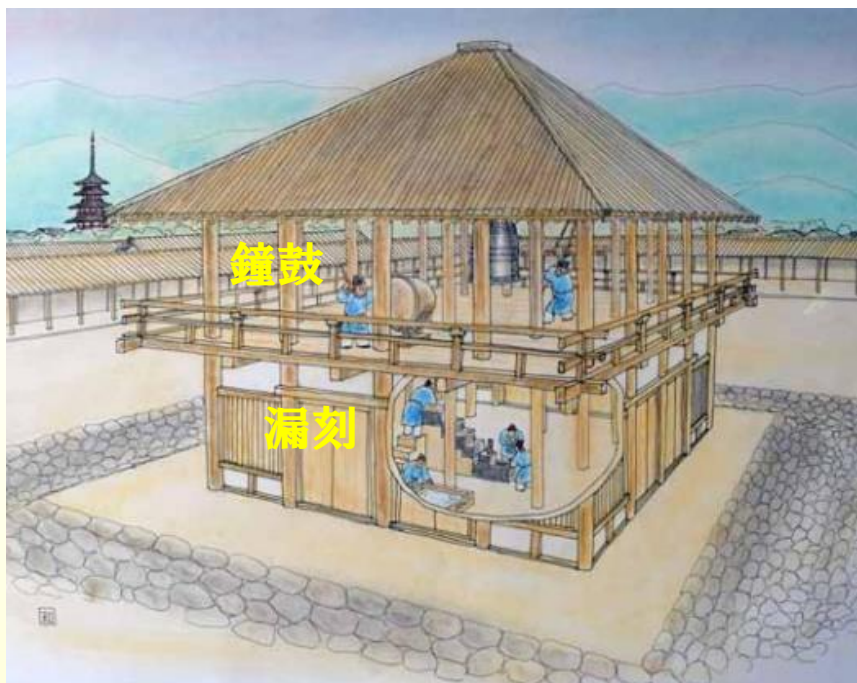
<https://www.nabunken.go.jp/nabunkenblog/2014/05/tanken11.html>

水落遺跡 漏刻臺内部想定図 (筆者想定)

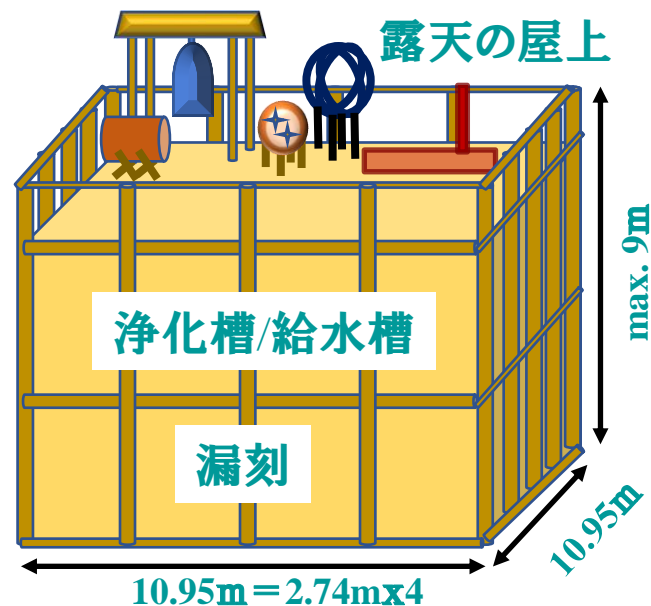
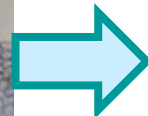


水落遺跡 漏刻台復元図の問題点

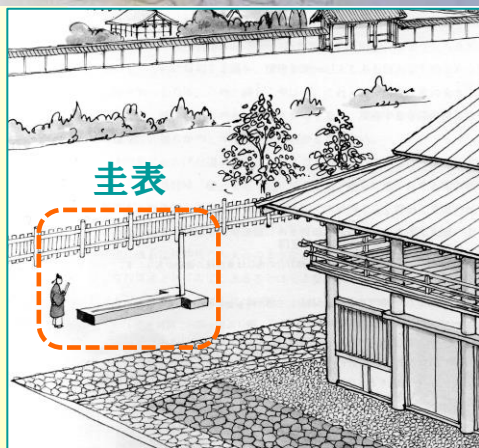
水落遺跡 漏刻台復元図



太陽や星を利用して水時計の時刻を修正する装置。



「水落遺跡と水時計 解説書」(2015) 第4図水落遺跡復元図
奈良県明日香村/関西大学文学部考古学研究室



漏刻臺⇒占星臺⇒漏刻鐘樓



「飛鳥の水時計」(1983) 飛鳥資料館

中国・北京 古観象台



[<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9C%AD%E8%A1%A8>]より



古観象台・屋上の観測装置 (撮影筆者)



外階段 (撮影筆者)

【枕草子 156段】の漏刻鐘樓の記述
「時司などはただかたはらにて、鼓の音も例のには似ずぞ聞こゆるを、ゆかしがりて、若き人々二十人ばかり、そなたに行きて、階より高き屋に登りたるを、これより見上ぐれば、ある限り薄鈍色の裳、唐衣、同じ色のひとえがさね、紅の袴を着て登りたるは、いと天女などこそえ言ふまじけれど、空よりおりたるにやと見ゆる。同じ若きなれど、おしあげたる人はえまじらで、うらやましげに見上げたるも、いとをかし。」(角川ソフィア文庫)

漏刻鐘樓にも屋根はなかった。



浑天图(天球儀) (撮影筆者)

水落遺跡からの視界

【西方向視界】

$$\begin{aligned}\text{仰角} &= \text{atan}(\text{甘櫨丘}-\text{漏刻臺})/\text{距離} \\ &= \text{atan}((148-(102+10))/265) \\ &= 7.7\text{度}\end{aligned}$$

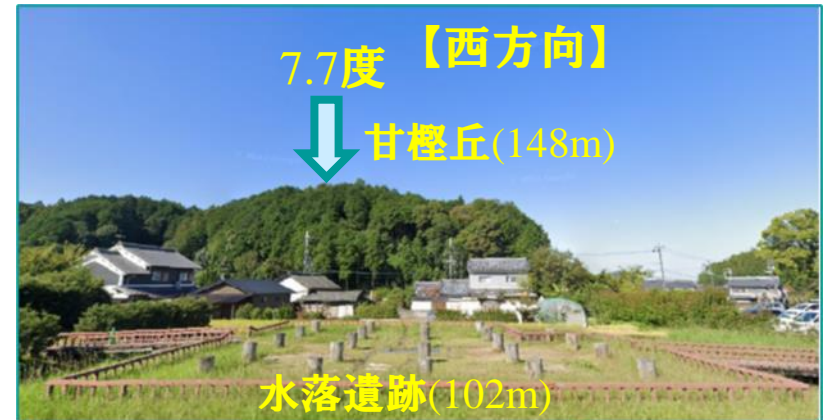
【東方向視界】

$$\begin{aligned}\text{仰角} &= \text{atan}(\text{東の山}-\text{漏刻臺})/\text{距離} \\ &= \text{atan}((539-(102+10))/3000) \\ &= 8.1\text{度}\end{aligned}$$

有坂隆道「古代の水時計」

「甘櫨丘にさえぎられて西の空が見えません。少し場所を移しただけでも、もっとましなのです。わざわざ悪い場所を選んで、空の見えない天文台を造って、いったい何をしようとしているのでしょうか。」

⇒甘櫨丘で遮られる視界は8度程度。東の山でも同じ程度視界が遮られ、飛鳥ではどこに移しても同じ。時間の観測は太陽や高度の高い28宿の距星を用いるので影響は無い。



【Googleマップ】



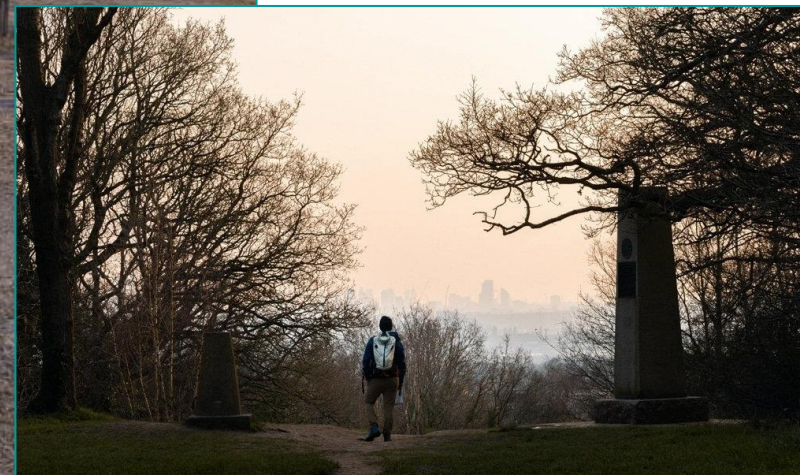
【Googleマップ】

漏刻臺では天文観測も必須

- 漏刻臺は天香久山々頂の真南の位置に建設されていた。
 - 漏刻の給水や調整のためには、圭表などで天文観測が必要。
 - 漏刻や給水槽を置くだけの施設なら子午線上に設置する理由はない。
 - 真北に目印があることは、移動型の観測装置の設置に有利。
 - 天香久山の真南で、石神遺跡の噴水石に近いという条件から選ばれた。



グリニッジ天文台真北の
ポールヒルのオベリスク



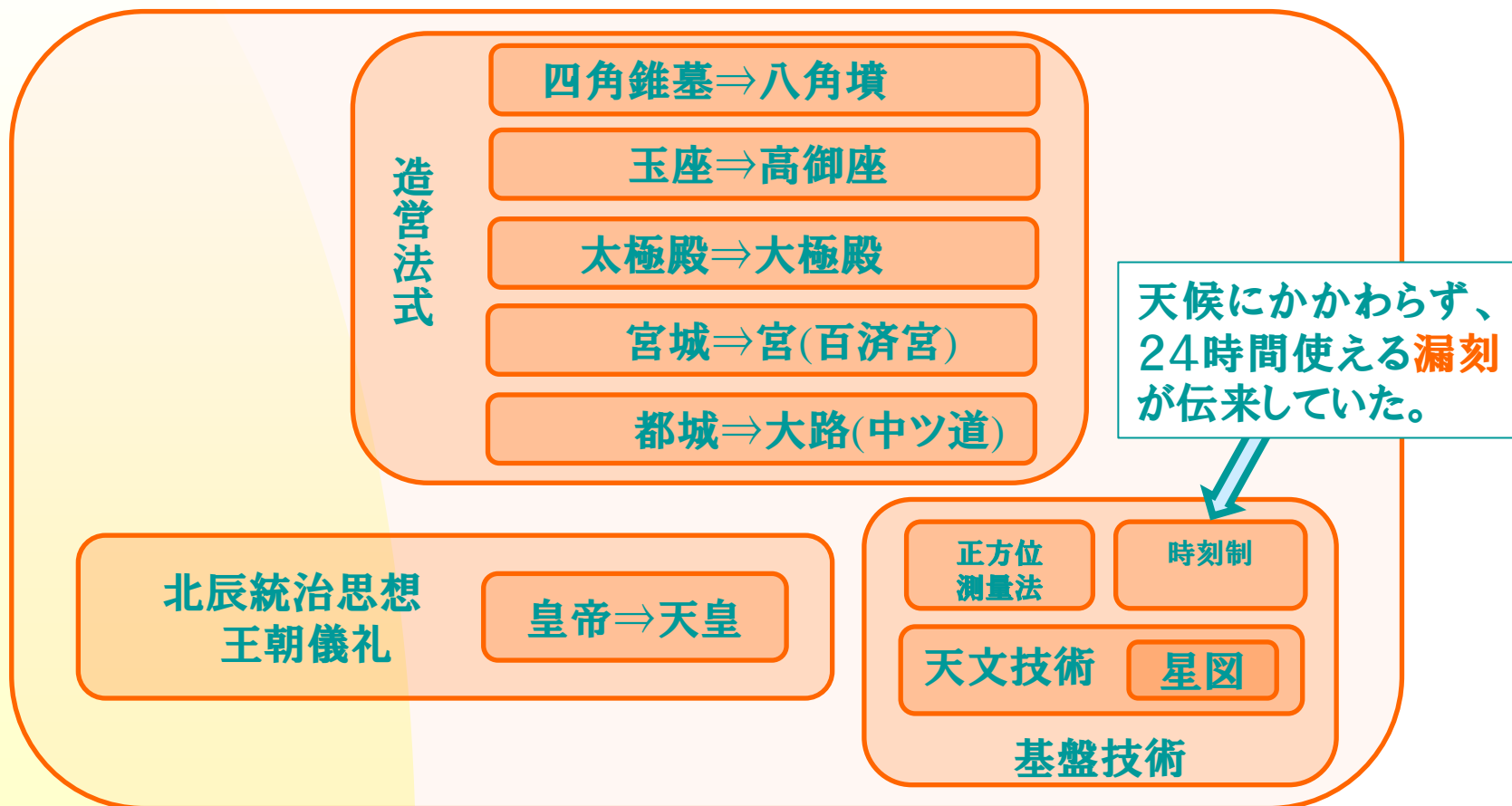
4. 検証のまとめ

検証のまとめ

- 日時計で時刻制の導入が可能か？
 - 方位計は基本となる等間隔の時刻を提供できない。
 - 古代の中国、日本や朝鮮に日時計は存在しない。
 - 日時計での時刻制の導入は不可能。
- 飛鳥で漏刻を作製することが可能か？
 - 飛鳥には細い銅管を作る技術があり、伝来の漏刻があれば、大きな水槽の漏刻を作製することは容易。
 - 舒明天皇時代の第一回遣唐使(630⇒632)により、漏刻と時刻制(12辰時)がセットで伝来し、日本での時刻制が始まったといえる。

舒明朝は天皇による王朝の始まり

舒明朝に北辰統治思想に基づく、造宮法式や基盤技術が一体として伝来し、導入されるとともに、王朝儀礼を行う天皇が生まれた。舒明天皇は、天皇の直接統治につながる基盤を築いていた。



おわり

参考文献

- 明日香村・関西大学文学部考古学研究室 『水落遺跡と水時計 解説書』(2015)
- 荒川紘 『日時計＝最古の科学装置』海鳴社(1983)p.43
- 有坂隆道 「古代の水時計 -飛鳥水落遺跡は水時計の遺跡ではない-」
『講座飛鳥の歴史と文学 4』駸々堂 (1984)p.49-108
- 黒崎直 『飛鳥の宮と寺』日本史リブレット 71 山川出版社 (2007)
- 今泉隆雄 「飛鳥の漏刻代と時刻制の成立」『古代宮都の研究』吉川弘文館(1993) p.64-85
- 宇治谷孟 『全現代語訳 日本書紀(下)』講談社学術文庫(1988)
- 狩野久・木下正史 「飛鳥の水時計」『飛鳥藤原の都』岩波書店(1985) p.1-76
- 木下正史 「飛鳥水落遺跡=水時計跡批判説を検討する」『飛鳥文化財論攷』(2005)p.115-122
『古代の漏刻と時刻制度』吉川弘文館(2020)
- 国立飛鳥資料館編「飛鳥の水時計」飛鳥資料館図録第11冊(1983)
- 斎藤国治 『日本・中国・朝鮮 古代の時刻制度』雄山閣出版(1995)
- 全相運著 『韓国科学技術史』高麗書林(1978)p.52
- 田口紘一・木村剛三『漏刻に関する研究』有明工業高等専門学校(1985)
- 橋本万平 『日本の時刻制度』塙書房 (1966)p.204
- 矢袋喜一 『琉球古来の数学と結縄及び記標文字』(1915)
- 山田慶児 「古代の水時計(1)(2)」自然 (1983/3)p.58-66(1983/4)p.83-89
- 和田萃 『飛鳥 -歴史と風土を歩く-』岩波新書 850 (2003)
- 間 増建 『中国計量史話(2)』(加藤淳一郎訳) 計量史研究 25 (2003)p.105-115
- 李 釜澄 「晷儀 -我国現在最古的天文儀器」『中国古代天文文物論集』(1989)p.145-153

漏刻の具体的なシミュレーションは以下のHPを参照のこと。

<https://www.kotenmon.com/cal/roukoku/roukoku.html>

天智天皇山科陵前 垂直式日時計



【<https://amanaimages.com/info/infoRM.aspx?SearchKey=26121010693>】

目盛

$$\tan \theta = \cos \varphi \tan(15^\circ \times t)$$

φ は設置場所の緯度

t は正午時からの時間

θ は正午からの角度

$\cos \varphi$ なので、低緯度では
水平式より等間隔に近い。

棒は背面の北極星に向く。



【Google Map Pro】

現代の小学校などに置かれている日時計

コマ型日時計の例

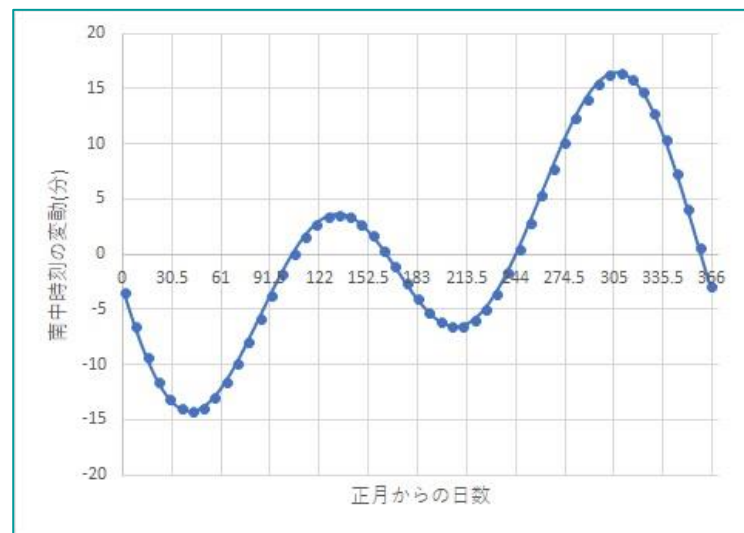


【鹿児島県霧島市隼人町 宮内小学校】(筆者撮影)

日時計で正確な時間を知るためには補正が必要。

- 明石との時差の補正
- 均時差の補正

均時差





古代の時計と飛鳥水落遺跡

- 漏刻はいつ伝来したのか -