

日本日時計の会 総会

江戸時代の日時計文献記録と 間重富の「晷方考」

謝辞：

2022年11月29日に、小野行雄氏とお会いした際に、
間重富の「晷方考(きほうこう)」を紹介いただいたことが
本調査報告につながりました。
ここに御礼申し上げます。

2024年11月16日 鈴木 一明

於：国立天文台 三鷹

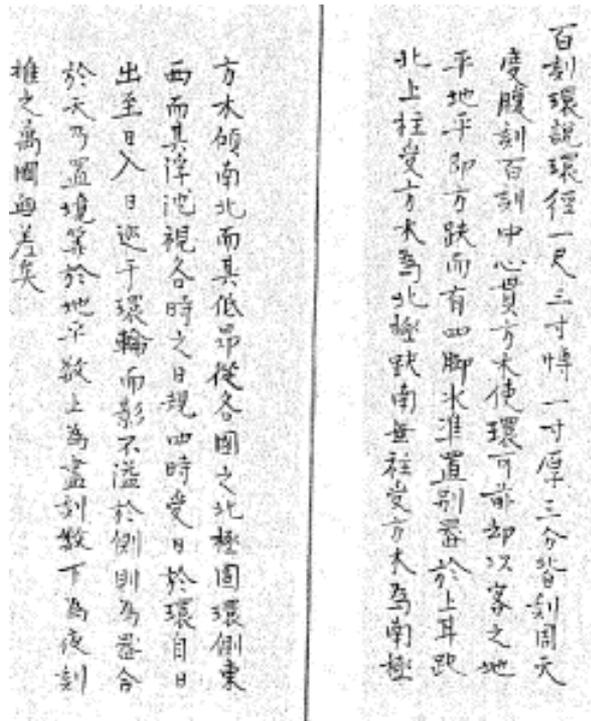
中国・朝鮮からの知識

百刻環（円環に100刻/日を刻む）の記述

○ 渋川 春海（1639～1715）

○ 谷 秦山（1663～1718）
（渋川 春海の弟子）

1710年（宝永7年）頃
「壬癸録」巻二_百刻環



< 国立天文台 所蔵本 >

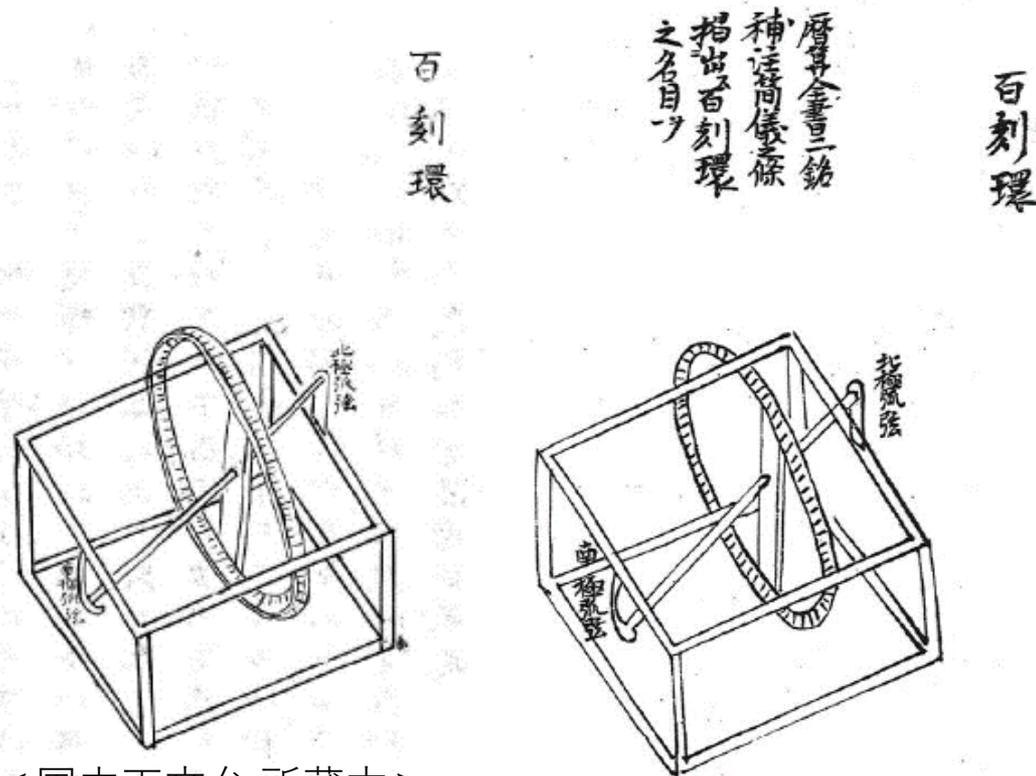
環径 39.39 cm、厚み 3.03 cm、
北極星の方向に軸木を向けるとの記載。

○ 西村 遠里（1718～1787）

1761年（寶暦11年）

「授時解」巻之十五「測量諸器之圖」

コメント：百刻環自身は、図では赤道環でなく、
垂直な立運環に見える。



< 国立天文台 所蔵本 >

<https://library.nao.ac.jp/kichou/archive/0145/kmview.html>

< 日本学士院 所蔵本 >

近世歴史資料集成 第VIII期
第V巻 日本科学技術古典籍資料/天文学篇
【12】に収録

授時解での百刻環の記述

< 国立天文台 所蔵本 >

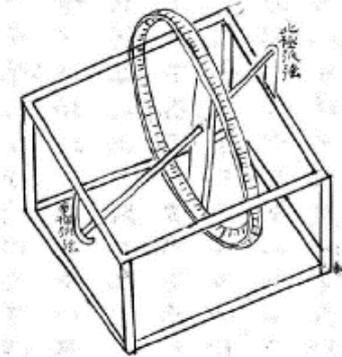
<https://library.nao.ac.jp/kichou/archive/0145/kmview.html>

「壬癸録」からの引用

春夏至ノ晷辰ノ刻ノ日晷ヲ測レハ料ニ環中ノ空ミカシテ日途ヲ環輪而影不溢於側ト云如クナラス午中ノ日晷トイヘルナラ溢於側カタハラニ不溢トギハ環ノ浮沈其節ヲ昼夜ノ刻ト大ニ齟齬ス冬至亦然リ只春秋二分ノ晷海ノ云所ノ如シ思按ニ此器製作ノ道理ニ於テハ器ヲ天合スヘキ理ナレト他ノ測量ノ器物ト其用異リ他ノ器物ハ天ト合スルマウニ製作シテ此方ノ躰ヲ勤シ望筥ヲ以テ是ヲ窺ヒ亦ハ日晷ノ中ニ所ヲ測リテ其度分ヲ窺

春海曰 出千士癸録
環徑一尺三寸博一寸厚三分背刻周天度腹刻百刻中心置方木使環可前却以容之地平地平即方踈而有四脚水準置別器於上耳踈北上柱受方木為北極踈南垂柱受方木為南極方木傾南北而其儀昂從各國之北極同環側東西而其浮沈視各時之日規四時受日於環自日出至日入日巡于環輪而影不溢於側則為晷合於天乃置境筥於地平數上為晷刻數下為夜刻推之萬國無差矣
愚此百刻環ヲ製作シテ日晷ヲ窺測スルニ不

百刻環

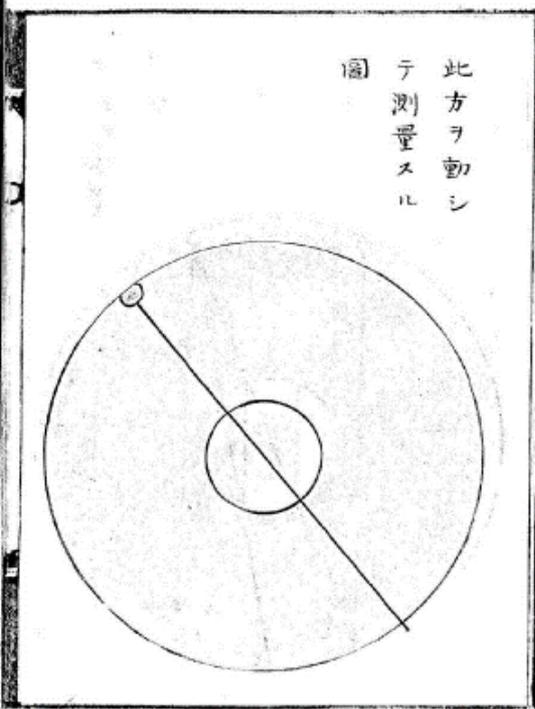
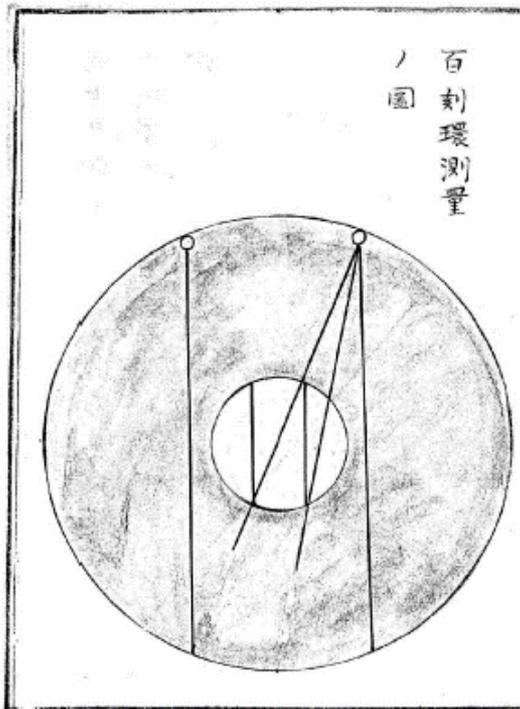


西村遠里は、壬癸録記載の渋川春海と谷秦山のやりとりの記述をもとに百刻環を製作し実測した。夏至の辰の刻（午前7時から9時）や昼夜の刻（時）に齟齬があり、冬至での実測も齟齬あり。春分、秋分の昼夜2分の時のみ合致と記載されている。

授時解での百刻環の記述 (続)

< 国立天文台 所蔵本 >

<https://library.nao.ac.jp/kichou/archive/0145/kmview.html>



測ス故ニ如何ホト小器ニテモ天ト合スルヲ得ルナリ今此百刻環ハ此方ヲ動かスルヲシテ天ニ比ス天ノ南北四十八度環ノ南北四十八度ト其矩合アタルヘキノ理ナキカ如シ其理後ヘニ圖ヲ附シテコレヲ明ス然レモ愚意ノ出ル所春海ニ比スヘカラス春海已ニ如此作文亦貞享ノ曆中ニモ百刻環ヲ以テ其圖々ノ昼夜ノ刻分ヲ測ルヘシト云コレ又別ニ真理アルカ其意ハカルヘカラス後哲春海ノ云所ヲ解シテ愚カ誤ヲ覺ナハ幸ナランバミ

百刻環を上下して実測することが理にかなっていないことを、(北緯) 48度を例に実証している。ただし、渋川春海と(自分を)比べてはならず、渋川春海は貞享曆の中でも百刻環を使ってその国の昼夜の時刻を測りなさいと言っているので、別に道理があるのかもしれない、と記載されている。

携帯日時計の記述

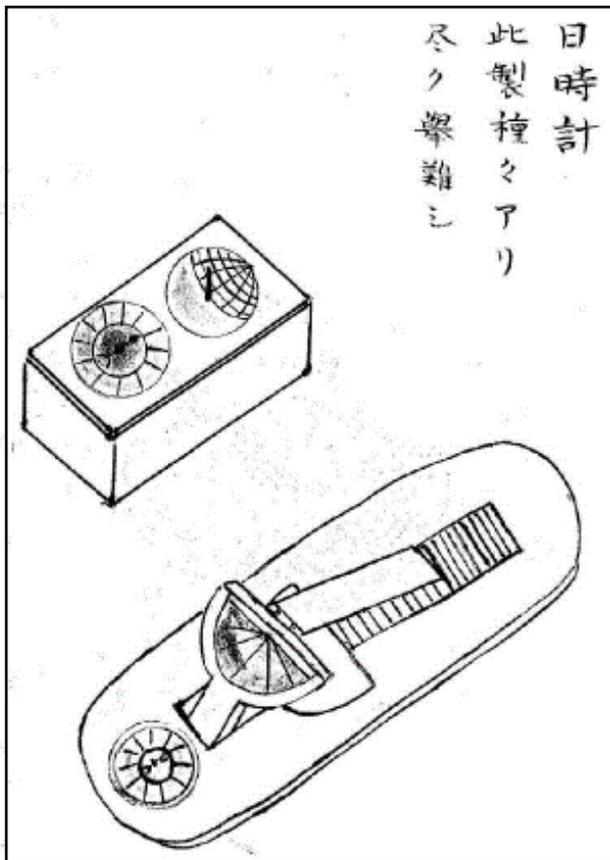
[暦Wiki/時刻/いろいろな時計 - 国立天文台暦計算室 \(nao.ac.jp\)](https://wiki.nao.ac.jp/)

<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/wiki/BBFEB9EF2FA4A4A4EDA4A4A4EDA4CABBFB7D7.html>

○ 西村 遠里 (1718~1787)

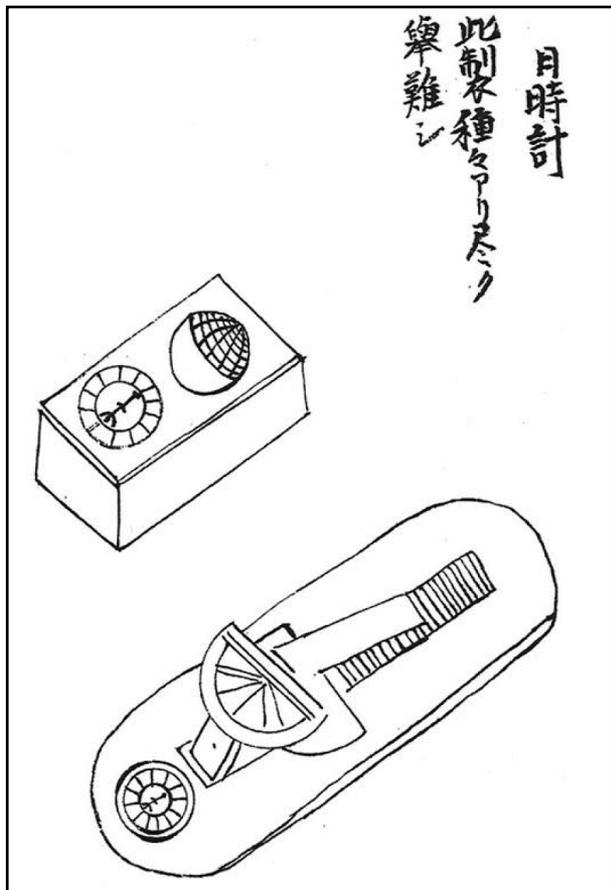
1761年 (寶暦11年)

「授時解」 卷之十五 「測量諸器之圖」



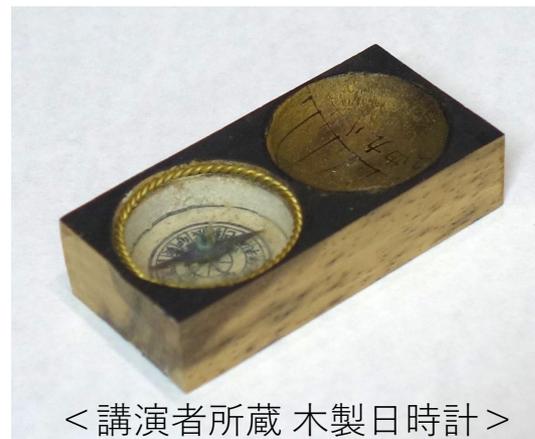
< 国立天文台 所蔵本 >

<https://library.nao.ac.jp/kichou/archive/0145/kmview.html>



< 日本学士院 所蔵本 >

近世歴史資料集成 第VIII期 第V巻 日本科学技術古典籍資料/天文学篇 【12】 に収録



< 講演者所蔵 木製日時計 >



< 国立科学博物館 高林コレクション >
(2023.11.25 講演者撮影)

日時計 此製種々アリ 尽ク事難シ

© 2024 鈴木一明

オランダからの知識

青木昆陽（1698-1769）の蘭学研究

1720年 8代将軍 徳川 吉宗
享保の改革の一環
洋学奨励政策：
洋書輸入の禁を緩和

< 略歴 >

日本橋の魚問屋の一人息子。

10歳で江戸の知識人、学者と交流し、22歳で京都留学、儒学者となる。

1733年 8代将軍吉宗の命で、全国の古文書探査

1735年 「蕃薯考」。サツマイモ栽培を広げ、「甘藷先生」と呼ばれる。

1736年 幕臣御家人に登用（薩摩芋御用掛）

1739年 御書物御用達。徳川家旧領を中心に古文書調査。

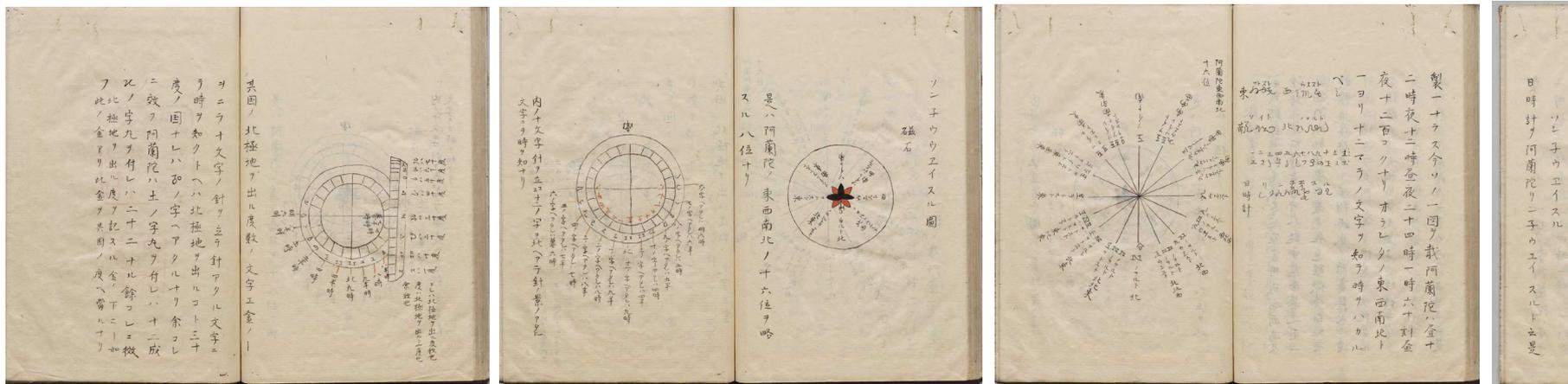
1740年 将軍吉宗からオランダ語学習を命じられる。

1763年 随筆「**昆陽漫録**」（全6巻）。蘭学関連記載も多く含まれる。

→ 1795年 大槻玄沢、山村昌永「昆陽漫録蘭説辯正」蘭学部分のみ

https://www.wul.waseda.ac.jp/kotenseki/html/bunko08/bunko08_a0040/index.html

日時計：ソンネウエイルス（蘭語）



赤道環の軸の傾きを、北極星の高さ（緯度）に応じて、右側の目盛りで調節することが記載

< 国立公文書館所蔵稿本 >

<https://www.digital.archives.go.jp/img/4185447>

© 2024 鈴木一明

長崎出島に設置の西洋式日時計

水平型日時計：1766-1767 出島オランダ商館長Herman Christiaan Kastensが設置。
(日本初) 現在、複製が公園内に設置されているが、実物は屋内展示 (?)

<https://www.city.nagasaki.lg.jp/nagazine/hakken0908/index.html>

<https://nagasakidejima.jp/guide-to-dejima/>



2019.8.2講演者撮影

仙台藩：塩竈神社 (1792年奉納) 博物館に実物、境内に複製

林子平 (1738-1793) 大崎八幡宮 境内 実物。

が模写を持ち帰る 龍雲院 林子平の墓の近く 複製 (1935年)

日時計が描かれた出島絵図多数の内部を拡大して搜索。

⇒ 川原慶賀 (1786-1860以降、出島出入&シーボルトに同行の絵師) の作品に発見
<九州国立博物館蔵> ①長崎港図 (1840-1842頃)

<https://collection.kyuhaku.jp/advanced/34645.html>

<長崎歴史文化博物館蔵> ②出島図 (1850頃) ③唐蘭館絵巻 蘭館図 動物園図

https://www.nmhc1.jp/keiga01/kawaharasite/target/kgdetail.php?id=3809&cfcid=163&search_div=kglist

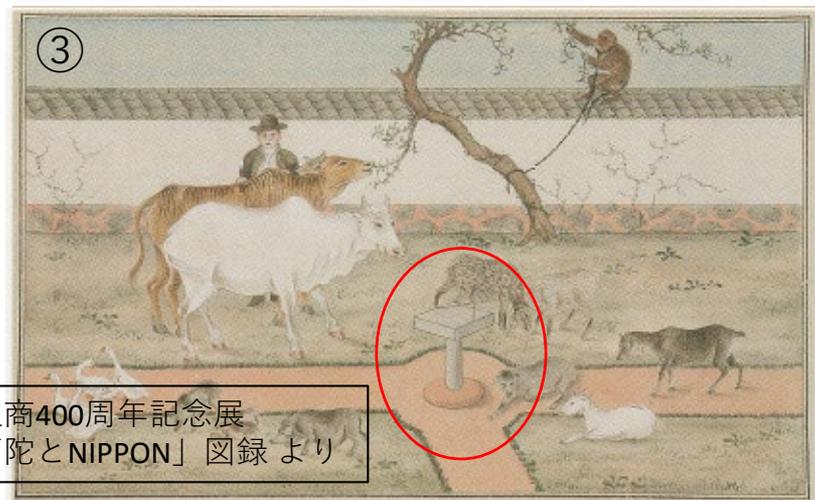
https://www.nmhc1.jp/keiga01/kawaharasite/target/kgdetail.php?id=3717&cfcid=163&search_div=kglist



出島図 Dejima by Kawahara Keiga

川原慶賀 嘉永3年 (1850)頃

長崎歴史文化博物館



日蘭通商400周年記念展
「阿蘭陀とNIPPON」図録より

⑥動物園

間重富の晷方考

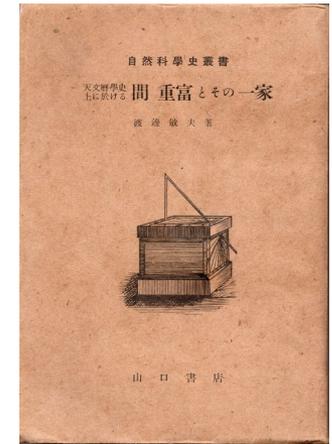
間重富

<略歴>

- 1756年生まれ 大阪の質屋の7代目として家業を継ぎ、更に大きくする。
- 1787年頃 麻田剛立に師事（それ以前から、独学で暦を研究）
麻田剛立、高橋至時と共に暦学、天文学を研究。
天体観測機器の輸入品を改良したり、自ら考案した機器を、
京都の職人に継続して発注し、自宅に整え、
観測記録を残す（晩年まで）。
- 1795年 高橋至時（天文方に就任）と共に江戸幕府に招かれ、中国の
「暦象考成」に基づいた改暦事業。⇒ 1798年施行 寛政暦
（その他、高橋至時の弟子になった伊能忠敬も指導）
- 1798年 大阪にて御用観測開始
- 1802年 御用として、子の重新と共に大阪から長崎へ出張し、7-8月の
約1ヶ月の滞在中、現地の蘭学者やオランダ人と交流。
出張ミッション：日食、月食利用の長崎の緯度、経度の決定（悪天で観測不可）
大阪-長崎の測量（部分的に実施）
- 1804年 江戸に召され、他界した高橋至時の子の景保（天文方）の後見。
「ラランデ暦書」の研究を進める（1804～1809）。
- 1805年 「垂球精義」（垂揺球儀の原理や惑星の運行研究）（稿本）
- 1808年 「晷方考」（日時計詳細解説）（稿本）
- 1816年没

「間重富」及び「晷方考」の参考文献

1)～4)には、「晷方考」という稿本の存在が記載されているが、存在のみ、或いは、それが数種類の日時計の解説書であることを1～2行述べただけである。



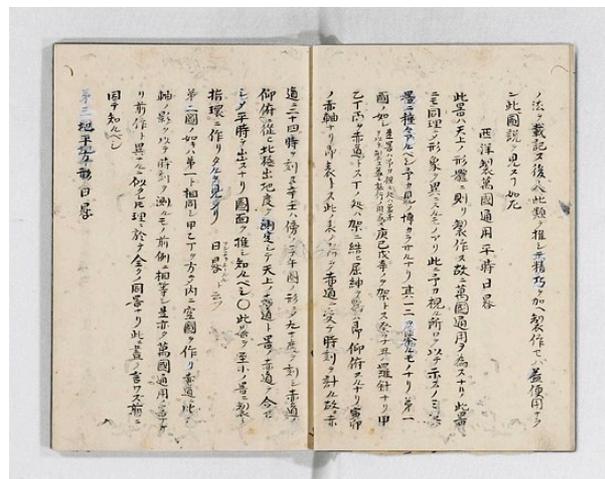
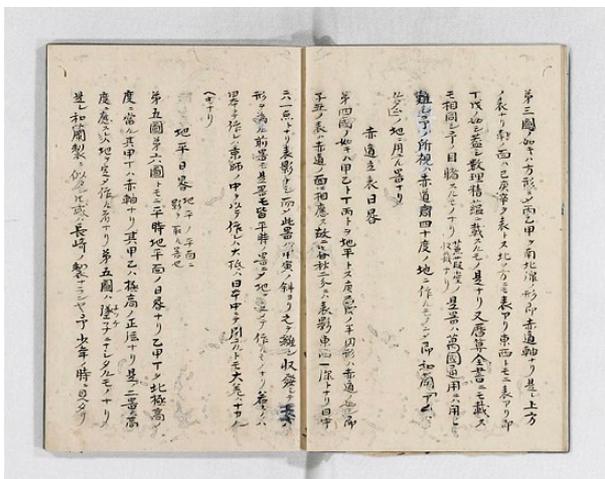
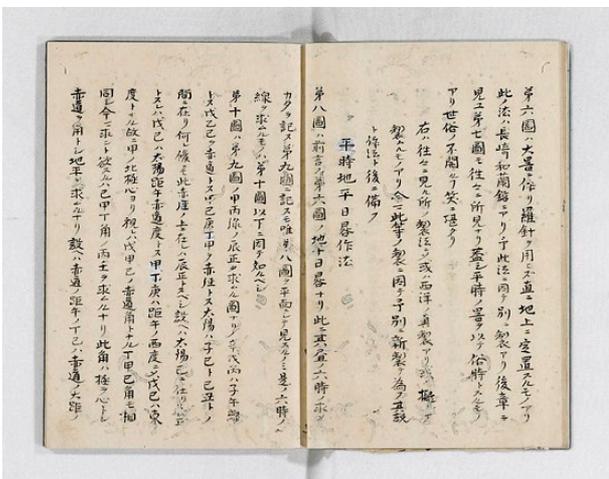
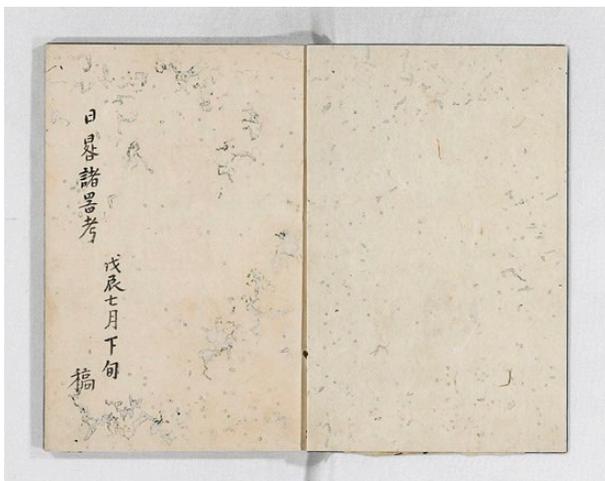
- 1) 渡邊敏夫, 「天文暦学史上に於ける間重富とその一家」
(山口書店, 1943年)
(表紙の日時計図 (出典不明) が「ひどけいNo.7」で紹介) (講演者所蔵本)
- 2) 渡辺敏夫, 「近世日本天文学史 (上), (下)」 (恒星社恒星閣, 1986 & 1987年) .
- 3) 金子 務, 「江戸人物科学史」 (中公新書1826, 2005年) .
- 4) 吉田 光邦, 「江戸の科学者」 (講談社学術2682, 2021年) .
- 5) 間 重富, 「晷法考」 (1808年) (原本), 大阪歴史博物館蔵
「館蔵資料集13 羽間文庫：器具篇一付、重要文化財指定品目録一」
(大阪歴史博物館、2017年) 間重富関係資料目録 通番 8 .
- 6) 間 重富, 「晷方考」 (1808年) (写本版、図1～図28は無し)
(写本後記に、「図1～図28は、後日写真凸版印刷されることを欲す」とあり、
写本時期は、实用写真機が1840年代に発明され、数年後に日本に登場した後の、
幕末～明治初めであろうと、講演者は推察する。)
大阪市立図書館デジタルアーカイブ

<http://image.oml.city.osaka.lg.jp/archive/detail?cls=ancient&pkey=00400010>

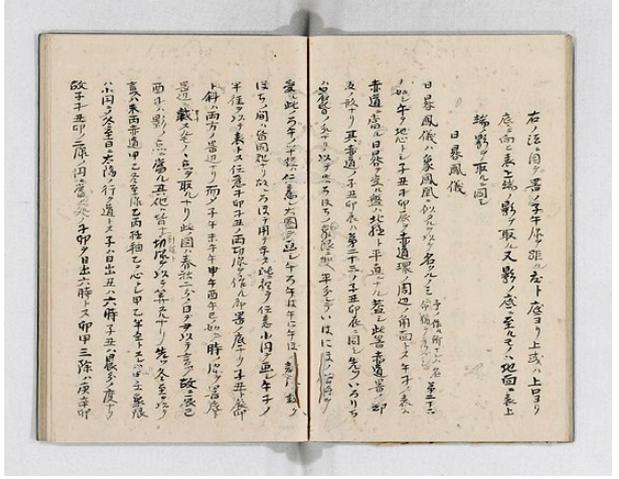
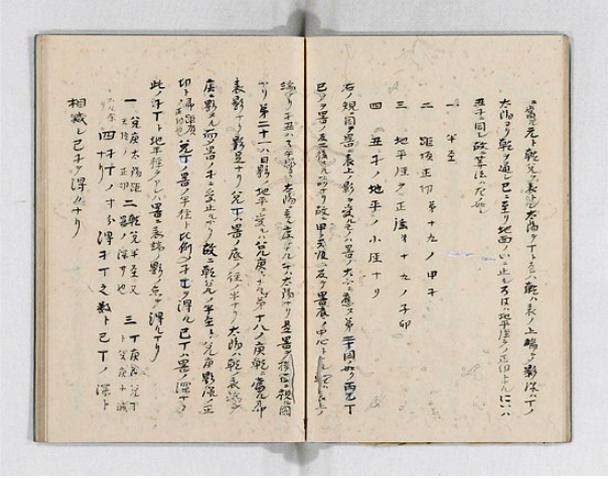
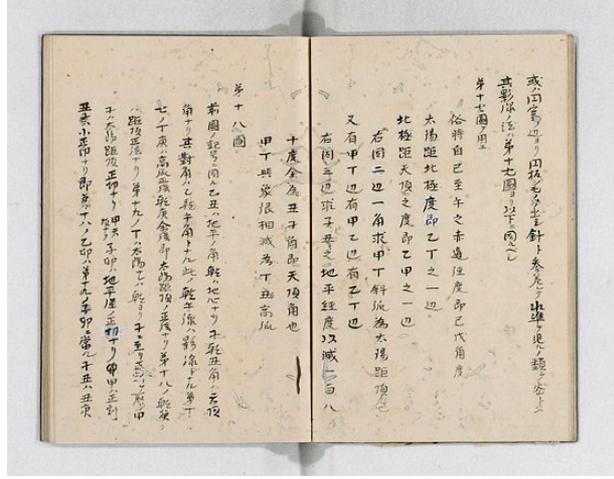
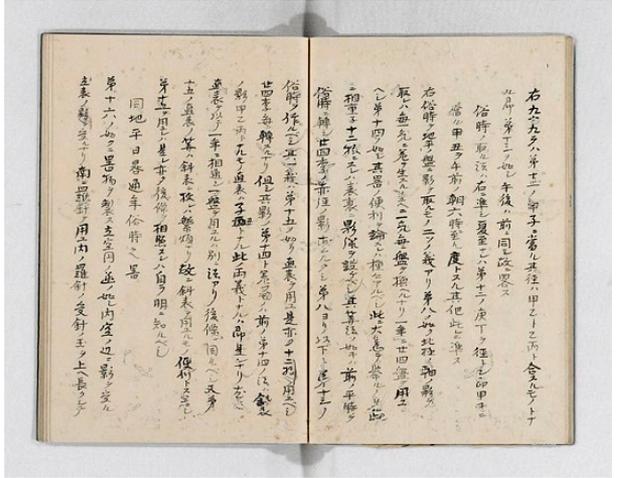
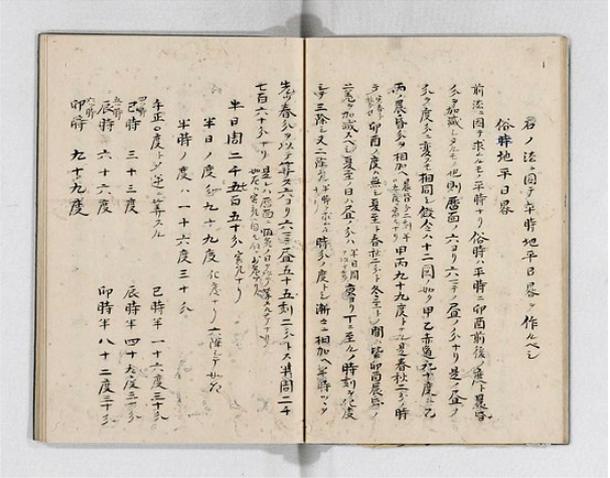
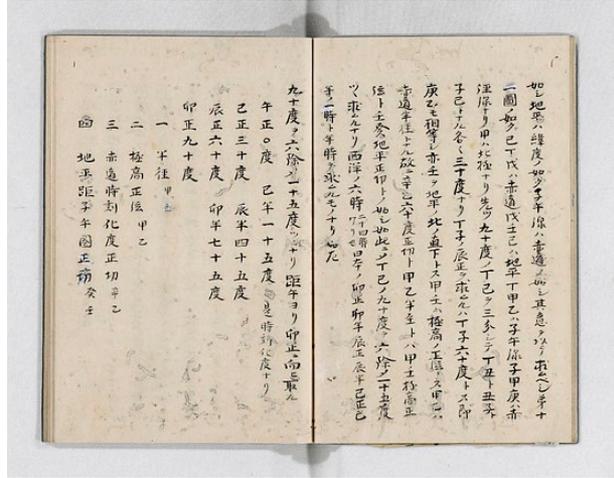
※原本の手書き文字を判読できない箇所(雲マーク)が随所にあり、
また、誤判読している箇所も何か所があった。

間重富「晷法考 (きほうこう) 」 (原本) 大阪歴史博物館蔵

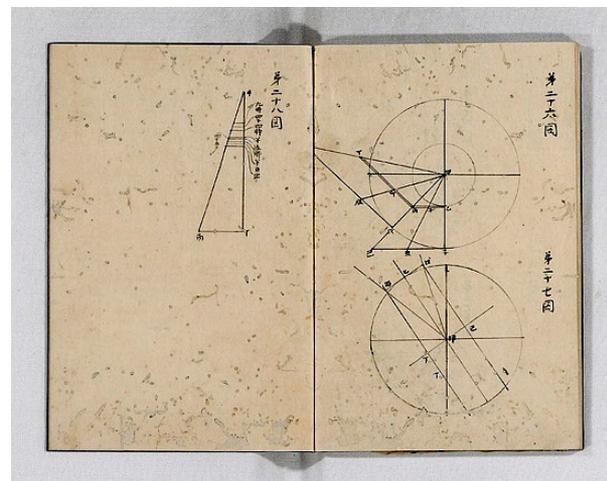
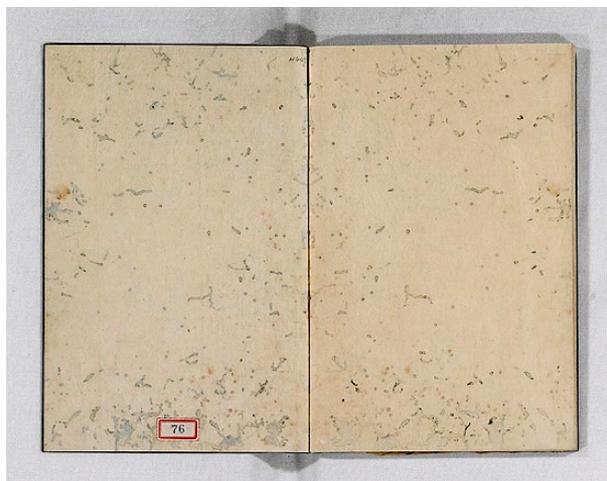
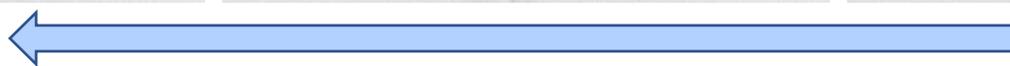
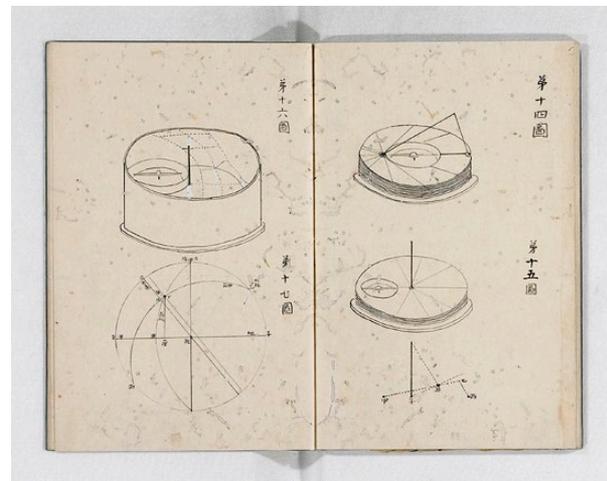
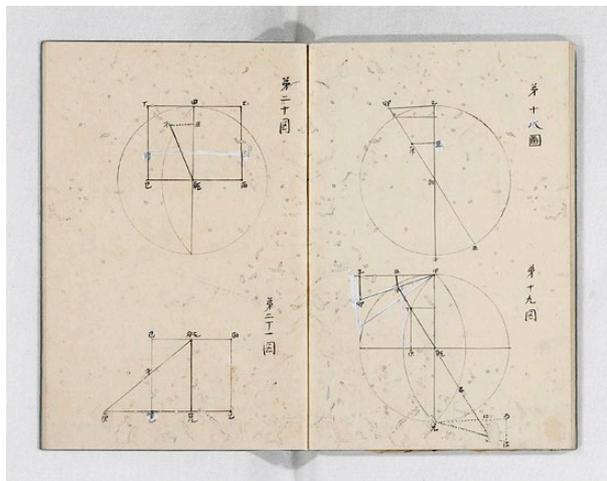
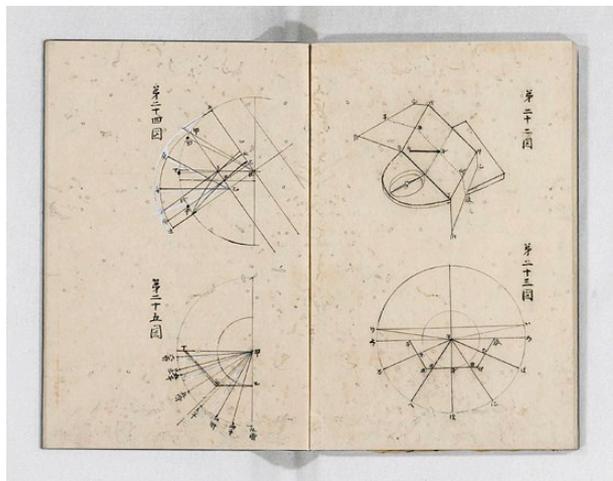
アーカイブ電子データのダウンロードサイトが見つからず、インターネット検索でヒットした画像群を内容に応じて順番に並べ直したものを。画像の解像度が低く、図中の文字は特に判読不可の箇所が多かった。



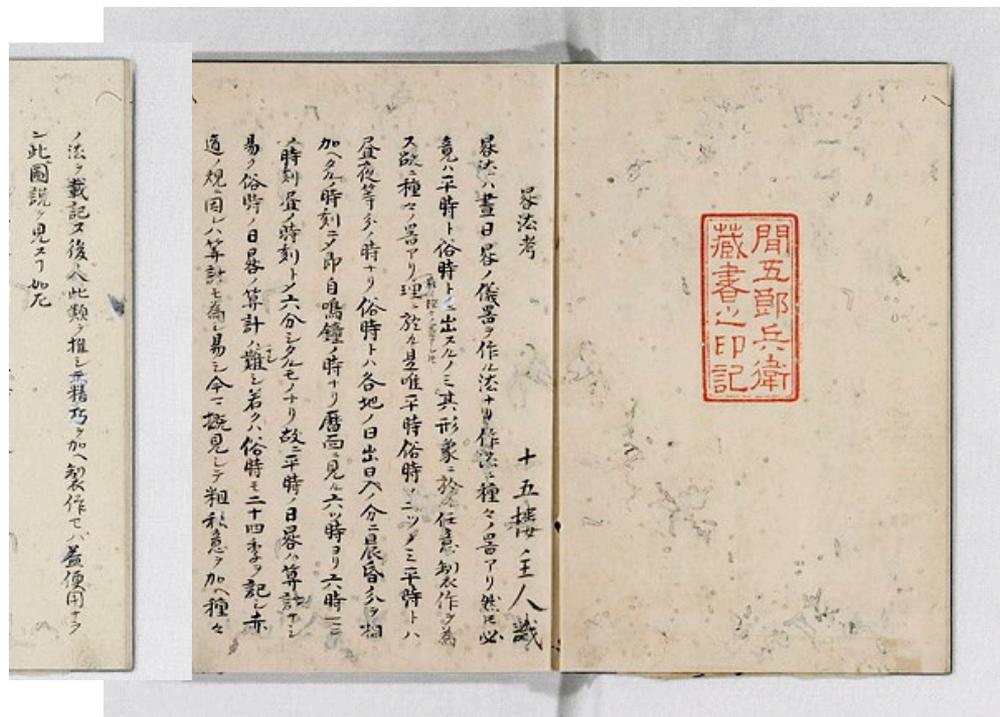
間重富,「晷法考」(原本),大阪歴史博物館蔵



間重富, 「晷法考」 (原本), 大阪歴史博物館蔵



冒頭



晷法は日時計機器を作る方法である。日時計には種々の機器があるが原理的には平時と俗時の2つだけである。平時は昼夜等分の時刻。俗時は日の出日の入りに黄昏分を加えたもので、鐘の鳴る時刻で、六つ時から六つ時までの昼の時刻を六分した時刻である。よって、平時の日時計は算計が易しく、俗時は難しい。または俗時も24季を記し赤道の視によって算計すれば易しい。概見して意見を述べ、種々の方法を記す。後の人は類推して精巧化して製作すれば使用できる。

西洋製萬國通用平時日晷



Andreas Vogler (Augsburg) 作のSundial
(製作期1766-1800) (講演者所蔵)

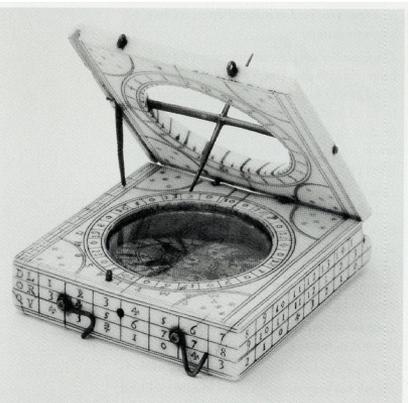
この機器は天上の形体に従って製作されており、万国で使用できる。この機器にも、同じ原理で形象が異なっているものがあり、自分が見たことがあることをもって示す機器に種々ある。その一、二を挙げる。

<第一図>

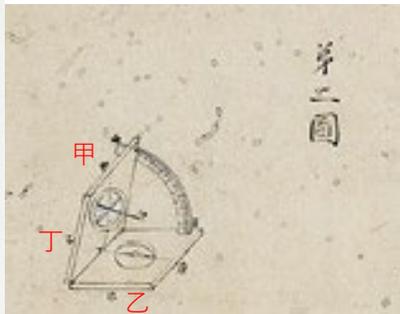
この機器は、自分が見たところ、象牙の蓋を持った旅行用である。庚己戊辛は架台、癸子丑は羅針である。甲乙丙丁は赤道で丁にて架台と連結し、屈伸する面は即ち仰府する。寅卯は赤軸で、その影を赤道に受け、時刻を計る。よって赤道に24時を刻む。辛壬は傍らの子午図の形をして90度を刻み、赤道の仰府に従って北極星の現れる角度を測定し、天上の赤道と機器の赤道を合致させて平時を出す。図面から推測して知ることができる。これを至小の機器に製作し指環として作ってあるものを見た。ゾンネウエーズルという。

<第二図>

第一図と相同し、甲乙丁の方の内に空間を作り、赤道にこの軸の影をもって時刻を測るもの、前例に相等し、万国通用の機器である。前作と異なるけれど似ており、原理において全く同じ機器である。ここではこの事を言わず、前述により知ることができる。

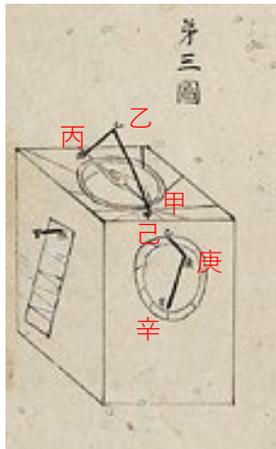
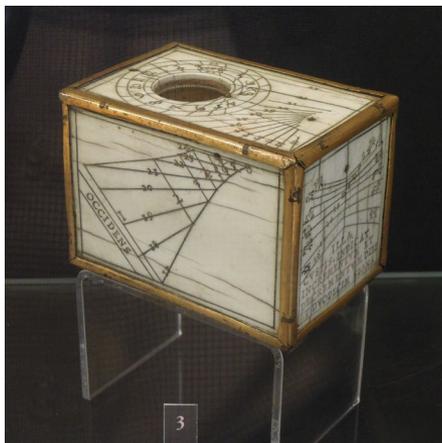


108_AST0431_Anon, South German, 1/2 17th C., UED [D8628]



象牙製 (南ドイツ, Nurnberg (?)) Sundial,
H. Higton, "Sundial at Greenwich"
(Oxford University Press, 2002)の収録図より

地平方形日晷



Museum of the History of Science (Oxford, UK)
にて講演者撮影 (2012年3月24日)

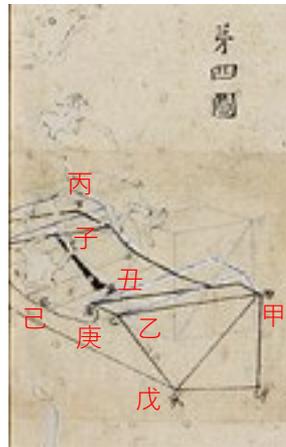
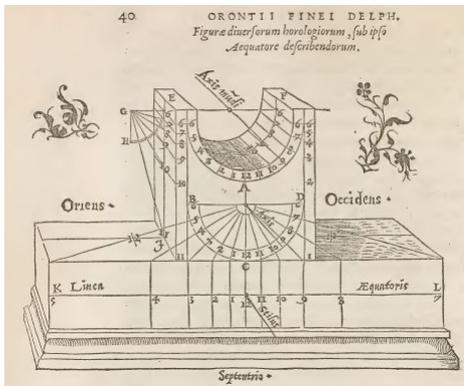
<第三図>

第三図のようなものは方形で、丙乙甲が南北線で赤道軸である。これは上面の表である。南面は自己庚辛を表とする面である。北面、東面、西面にも表あり、丁戊のようになっている。「数理精蘊」(*1)、「曆算全書」(*2)に掲載されているものと同様である。蕪暇堂の収蔵である。この機器は萬國通用はできない。自分が見たところでは、これは赤道高40度用に作ったもので、オランダのアムステルダム用のものである。(注：アムステルダムは北緯52.4度くらいなので、北極からの角度と思われる)

(*1) 1722年出版の清の西洋数学書

(*2) 1723年出版の清の暦学、数学書
(西洋天文学を含む)

赤道立表日晷



O. Fine, "De Solaribus Horologiis" (Apud Gulielmum Cauellat, 1560) のP40。いくつかの古洋書の図を探して「発見」。長崎にこの型の実物があったとは思えない。

間重富は日時計の古洋書も見ていた？

<第四図> (図を修正した跡がある)

第四図のようなものは甲乙と丁丙とを地平とする。庚己戊の半円形は赤道である。すなわち、子丑の表は赤道の面と相応する。よって、春秋二分には表影は東西一線となり、日中には一点となり、表の影はない。このようにして、この機器は甲寅の斜めよりこれを離し、収発して長方形になる。前機器もこの機器も皆平時を測る機器であり、地を走って作るものである。もしくは日本にて京職人によって作れば、大抵は日本にいて用いても大差はないだろう。

地平日晷

地平の平面に影と取る機器

平時地平日晷

<第五図> <第六図>

第五図、第六図ともに平時地平面の日時計である。乙甲丁の角が北極高の度にあたる。その甲丁は赤軸である。(第六図の) 甲乙は極高(北極星の高度)の正弦(sin)である。この二つの機器は高度に応じ、地面を定めて作るものである。

第五図は墜子(ネツケ(根付))になしたるものである。オランダ製に似ているけれど、あるいは長崎製かもしれない。自分は少年の時に見たことがある。

第六図は大きな機器として作り、羅針を用いず、直に地上に定置するものである。この方法を用いたものは長崎のオランダ館にある。自分は、その方法によって、別に製作した。後の章に記載してある。

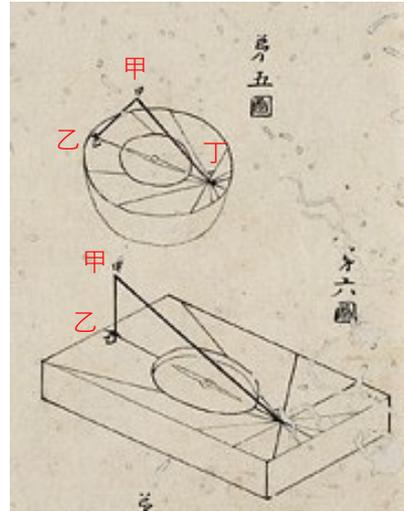
俗時地平日晷

<第七図>

第七図も、しばしば見かけるものである。まさしく平時用の機器を俗時用とするものである。世俗が不開であることに、笑いをこらえる。



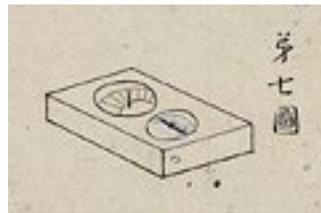
Museum of the History of Science (Oxford, UK)
にて講演者撮影
(2012年3月24日)



19世紀中頃(晷方考より後)
英国製(講演者所蔵)



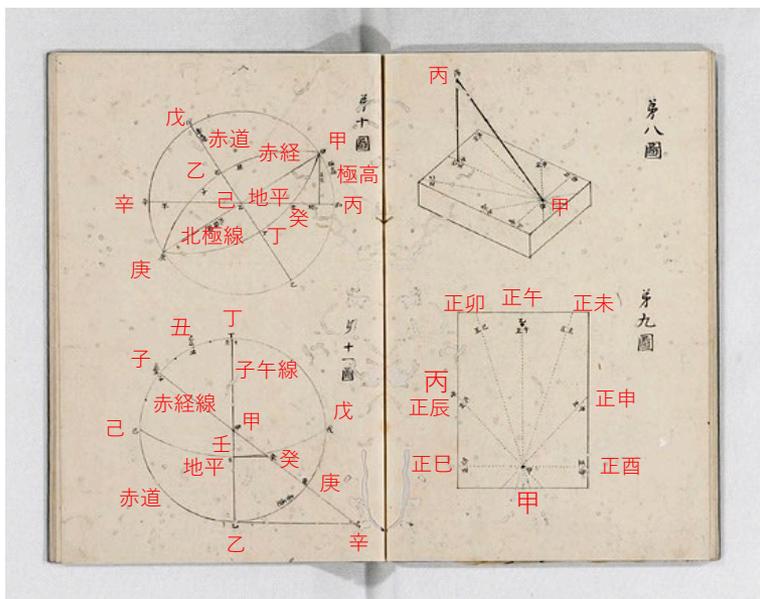
江戸時代 木製日時計(講演者所蔵)



ここまで記したことは、しばしば見るところの製法であり、或いは西洋で製作したものの、或いは模倣して製作したものである。今、これらの製品をもって、自分は別に新しく製品を作ってみて、その説明と作り方を、これから後に記す。

平時地平日晷作法

- <第八図> 第六図と同じ
- <第九図> 第八図の平面部分
- <第十図> 地平直線が水平な図
- <第十一図> 北極軸から見た図に地平線を加えた図



第八図は前言の第六図の地平日時計である。ここに、その昼の六時分の求め方を記す。第九図に記すものも唯第八図の平面部分を表すものである。この六時分の線の求め方は、第十図以下によって知ることができる。第十図は第九図の辰正（8時）の甲丙線を求める図である。辛戊丙は子午線とする。戊乙己を赤道とする。甲乙庚丁甲を赤経とする。太陽は子己と己丑との間に在る。何をもってしても赤経の上に在れば、辰正（8時）とするべきである。設へは太陽己に在り。辰正（8時）とすれば戊己は太陽正午赤道度とする。甲丁庚は正午の西度であって、戊己は東度となる。故に甲の北極心より視れば戊甲己の赤道角となる丁甲己角を相同し今求めようと欲するのは己甲丁角の両壬を求めるのである。この角は極を心として赤道を角として地平を求めるのである。設へば赤道の正午の丁己は赤道の大距と見做し、地平は緯度と見做し、子午線は赤道と見做し、その意をもって求めるべきである。第十一図は、乙丁戊は赤道、戊壬己は地平、丁甲乙は子午線、子甲庚は赤経線である。甲は北極である。

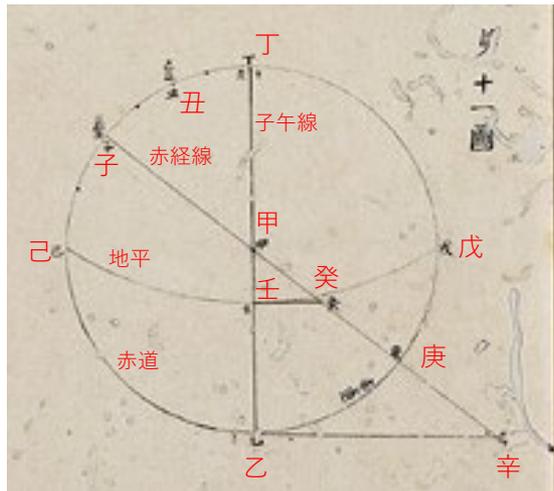
まず90度の丁己を三分して丁丑、丑子、子己となり、各々が30度である。丁子の辰正（8時）を求めるのは、丁子を60度とし、即ち庚己を相挙し、また壬を地平の北に直下とする。

甲壬は極高の正弦 (sin) とする。甲乙は赤道半径となる。故に辛乙60度正接 (tan) と甲乙半径とは、甲壬極高の正弦と壬癸地平正接 (tan) のことである。このようにして、丁己の90度を六つに除して15度ずつ求め、西洋の6時分 (24時わりである)、日本の卯正 (6時)、卯半 (7時)、辰正 (8時)、辰半 (9時)、巳正 (10時)、巳半 (11時) の一時と半時を求めるのである。左のように、90度を6つに割って、15度ずつ正午から卯正に向って取る。これを時刻化度という。

午正 0度、巳半 15度、巳正 30度、辰半 45度、辰正 60度、卯半 75度、卯正 90度

1. 半径 甲
2. 極高正弦 (sin) 甲乙 (注：甲壬が正しい)
3. 赤道時刻化度正接(tan) 辛乙
4. 地平距子午圈正接(tan) 癸壬

以上の方法の図で平時地平日時計を作りなさい。



$$\text{甲乙} (=1) : \text{辛乙} = \text{甲壬} : \text{壬癸}$$

$$\text{壬癸} = \text{甲壬} \times \text{辛乙}$$

$$(\tan \theta' = \sin \text{緯度} \times \tan \theta)$$

俗時地平日晷作法 <第十二図> ~ <第十五図>

前の方法で求めるものは平時である。俗時は平時にて卯酉（午前6時、午後6時）の前後の度と晨昏（朝暮の黄昏時）分を加減したものである。曆面の6から6までの昼の分である。これの昼の分を度分に変え相同し、仮金は12回のように甲乙赤道90度に乙丙の晨昏の分を相加え（晨昏分二刻事09度に当たる）、甲丙99度となる。これは、春秋二分の時であり春分、秋分である。卯酉の度は無い。

夏至と春分・秋分と冬至との間は皆卯酉晨昏の二度を加減しなさい。夏至の日は昼の分は半日周もって言う。庚より丁に至る時刻を化度して三除し、または二除し、半時を求める。時分の度として漸々にまで相加えて半時のまず春分をもって等す。六時から六時まで昼55刻で二分とする。半周2,760分である。これは、曆面に順気の日をもって等するものであり、以下の記述には実気に周〇に少差がある。



半日周 2,750分 実気である。

半日の度は 99度 化度である。6で除して以下

半時の度は 16度30分

正午の度とは逆に計算する。 巳時半 16度30分

四ツ時 巳時 33度 辰時半 49度30分

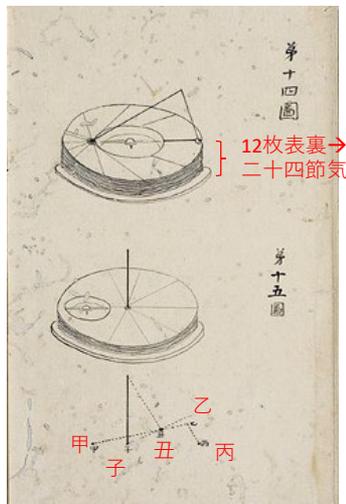
五ツ時 辰時 66度 卯時半 82度30分

六ツ時 卯時 99度

前述の99度は、第十二図の甲子に当たり、その甲乙と乙丙と合するものとなる。即ち、第十三図のごとくである。午後は前と同じ理由で累積する。

俗時の取る方法は前述に準じて夏至であれば第十二図の庚丁を径として、即ち甲子に当たる甲丑を午前の朝6時に至る度とする。その他はこれに準ずる。

前述の俗時を地平の盤に影を取るものに2つの義がある。第八図のように北極の軸の影を取れば（二十四節気で差を生ずるために）一気毎に盤を換えるのである。一年に24盤を用いることは第十四図に示すようである。その機器の便利さを論ずれば、種々ある筈であるが、ここでは大為をあげるのみである。



このように相重なる12枚にすれば表裏に影線を設けなさい。その計算法については、前述の平時を俗時に転換し、二十四季の赤経の影を求めるだけであり、第八図～第十三図の俗時を作りなさい。その義は第十五図のように直表を用い、これまた12枚を用い、二十四季毎に交換するのである。但し、その影の第十四図との差は、前述の第十四図の方法は斜表の影が甲乙丙となるものであり、直表は子丑となる。これ両義となる時は即ちこれである。もっとも直表をもって一年に相通し、一盤を用いるのは別に方法がある。後條によるべきである。また、第十五図の直表の計算は斜表に比べれば繁煩である。よって斜表を用いることは便利である。もし第十五図を用いれば、これまた後條を相照らせば自ら明と知るのである。

同地平日晷通年俗時之器 <第十六図> ~ <第二十一図>

第十六図のような器物を製作する。立空円の箱のようである。内空の辺に影を受ける立表の影を受ける。南に羅針を用い、内側の羅針の受針の玉を上長くして、あるいは円空の辺より円板のものを出し針と参差して水準を見るの類を密とする。その影線の方法は第十七図以降の記述の方法と同じである。

第十七図を用い、

俗時、巳より午に至る赤道経度、即ち巳戌角度、
太陽と北極の間の角度、即ち乙丁の一边、
北極と天頂の間の角度、即ち乙甲の一边、

これにより二辺から一角を求め、甲丁は斜めの弧のため、太陽と天頂の間
また、甲丁辺あり、甲乙辺あり、乙丁辺あり

これにより三辺を求め、子丑の地平経度をもって180度を減する。

余りのため、丑午角は天頂角である。

甲丁与える象限を相減するため、丁丑高弧である。

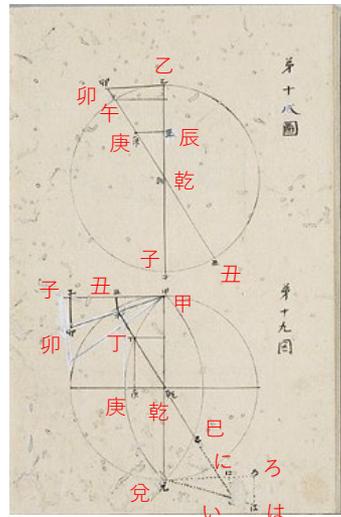
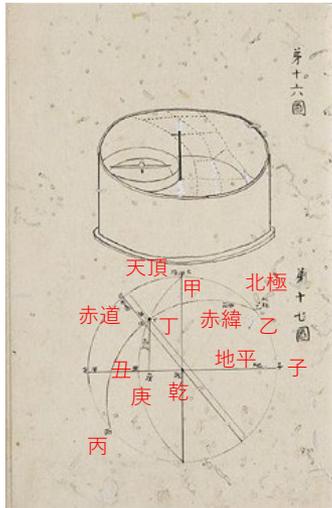
第十八図

前図の記号による乙丑は地平の角度、乾は地心である。

子乾丑角は天頂角である。その対角は乙乾午角となる。

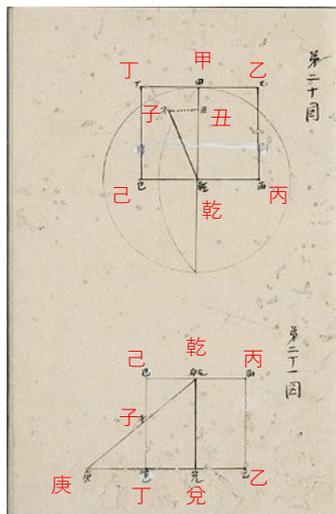
この乾午線は影線となる。第十七図の丁庚は高弧正弦、乾庚余弦、即ち太陽距頂の正弦である。第十八図の乾庚は距頂正弦である。

第十九図の丁は太陽であるから乾より子に至り正弦を取り、甲子は太陽距頂正接である。甲は天頂である。子卯は地平径の正接である。卯甲は正割、丑庚小正接である。即ち、第十八図の乙卯は第十九図の子卯に当たる。子丑は丑庚に当たる。元と乾兌を表とし太陽を丁とすれば、乾は表の上端にして影線は丁の太陽より乾を通し巳に至り、地面の「い」に止まる「ろは」は地平径度の正接となる。「にい」は丑子に同じ故に、計算法は次のようになる。



1. 半径
2. 距頂正接 第十九図の甲子
3. 地平径度正弦 第十九図の子卯
4. 丑子の地平の小径 である。

上記の規則によって機器に表上の影を受けるものは機器の大小に応ずる。



第二十図のように丙乙丁己ノを器の及びに備える形なり。ゆえに、甲の天頂に及んで器底の中心となる。乾は表上の端より子丑は子午線より太陽に至る度となる。子は太陽である。是の器を横面に視る図である。

第二十一図では日影を地平に受けるのは兌庚となる。第十八図の庚乾に当たる、即ち表影である。影、これである。兌丁は機器の底の径の半分である。太陽は乾の表端を兌に影する。こうして機器の子に受け止めるのである。故に、乾兌の半径と兌庚影線の正接と、即ち距頂の正接である。兌丁の機器の半径と比例して子丁を得る。己丁は機器の深さである。この子丁と地平径度あれば、機器に表端の影を得るのである。

1. 兌庚太陽距、天頂の正接
2. 乾兌半径、又機器の深さである。
3. 丁庚、兌丁と兌庚 小減ずる余り
4. 子丁の寸分

である。得、子丁の数と己丁の深さと相減し、己子を得るのである。上の方法によって機器の子午線を距る度と、底より上、あるいは上口より底に向く表上端の影を取る、また影の底に至るものは、地面に表上端の影を取ることと同じである。

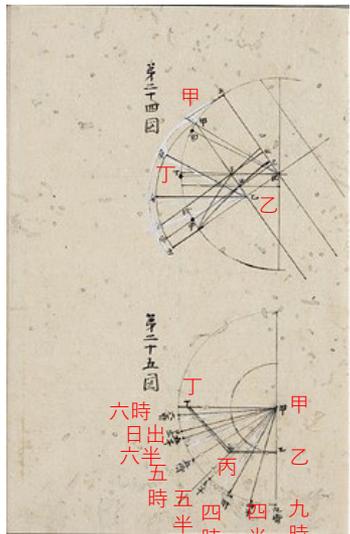
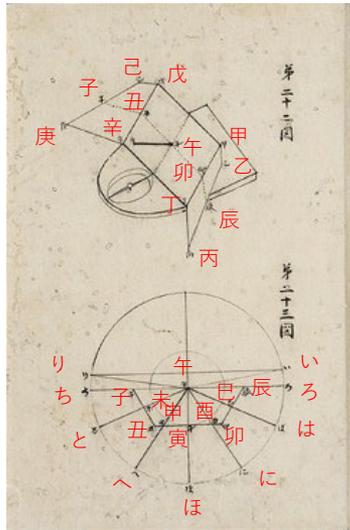
日晷鳳儀

<第二十二図>～<第二十八図>

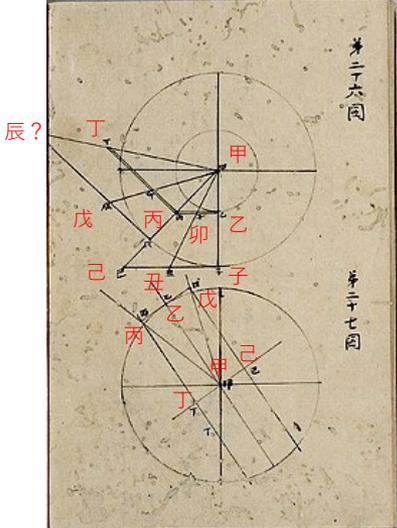
日晷鳳儀は象形が鳳凰に似ているために名付けられたただけである。自分が作るものなので命名をこのように考えたのである。

第二十二図のように午を地心とし子丑寅卯辰を赤道環の周辺の角面とする。午子の表は赤道に当たる。日晷を受ける盤は北極と平直になる。まさしくこの機器は赤道器の印度?の形である。その赤道の子丑卯辰は第二十三図の子丑卯辰と同じである。まず「いろりち」は晨昏（朝暮の黄昏時）の分であることをもって「はろほち」の象限に加え、平分して「いはにほ」の俗時を受け、この「ろ牛」の半径は任意に大圏を画し、「午ろ午は午に午は」の数を設け、「ほち」の間は皆同視である。よって、「ろほ」を用いて示す。ここにおいて任意の小円を画し、午寅の半径をもって表とする。任意の寅卯寅丑の両切線を作る。即ち、機器の底である。

子丑と辰卯と斜は両方の器底である。こうして子午未午午申午酉午巳のように時の線を器底を器辺に載するものの点を取るのである。この日は春秋二分の日をもって言う。故に辰巳酉寅は影の点に当たる。その他は皆、割線と切線をもって算出する。まず冬至をもって言えば、未丙赤道甲乙冬至線、乙丙極軸、乙を心とし、甲乙を半径とすれば、甲壬象限は小円にして冬至日に太陽の行く道とする。子は日出、丑は六時、子丑は晨分の度である。故に子寅丑卯の二線の円に当たる。その子卯を日出六時とする。卯甲三除は庚辛卯の一時ずつである。こうして子寅と辰に至り、また卯丑巳の二線平行して辰巳は、その日の赤道に当たる。こうして申未の度を三除して酉丁申又は戌の日出を記すもの甲壬の小円に応じる。これ赤道をもって第二十五図のように冬一時と半時と日ノ出を記し、こうして機器の半径を定め甲乙とする。器辺を乙丙とする。こうして甲丙を45度正割（余弦の逆数; sec）とする。甲乙半径 乙丙45度正接とする。その正割の甲丙と丁丙とまた直角をなす。これの余り種々の斜めの形を取るもの任意であるけれども、捷徑（しょうけい：近道）を取れば、両角と乙の角とを適用しなさい。



清時代 (19世紀)
(講演者所蔵)



その方法は六時より六時に至るもの半時ずつの度を相積み、45度に至れば乙丙に満つ。故に45度以上は45度を去減し、丙丁の間を算出すれば、皆勾股の形にして等し易し、故に45度の西？の両隅に分かつのである。設えは、冬至の六時より午時に至る三時を84度30分とする。半時14度08分を14度05分とする。以下のように、

- 四半 14度05分
- 四時 28度10分
- 五半 42度15分 (45度の内、即ち乙甲丙弧の内に入り)
- 五時 11度20分 (45度を減じた余り)
- 六半 25度25分

又日出の度、四十川？の余り 27度43分 (45度を減じた余り)
 前述の冬至の規則である。これによって機器の底と斜辺東西度を求める。
 法日視各時度？在45度以内則求 それ正接 求各時度の正接である。
 為？各時度分過45度則典45度相減用 その余度を求めその正接を求める。

このように第二十五回 機器の表の甲乙と乙丙と丁丙と各寸分を定め比例する。第二十六回図のようである。夏至をもって言えば

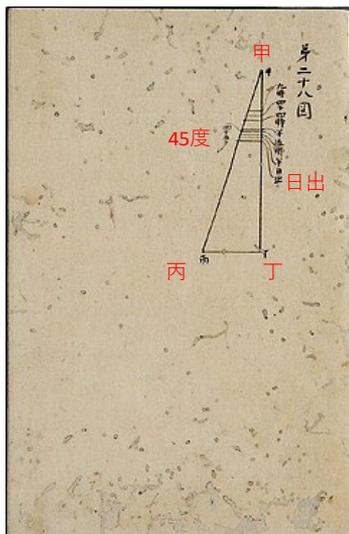
- 1. 半径 甲子
- 2. 甲乙 表長
- 3. 子甲丑角正接 子丑
- 4. 乙子器底の影点 広 (直底 東西度とする)

45度を過ぎれば、それ正割 甲己と甲乙と比例して甲丙を得る

- 1. 甲戊 半径とする
- 2. 戊辰正接 辰甲戊角
- 3. 甲丙の長さ
- 4. 卯丙斜辺の広さである。(斜辺東西度)

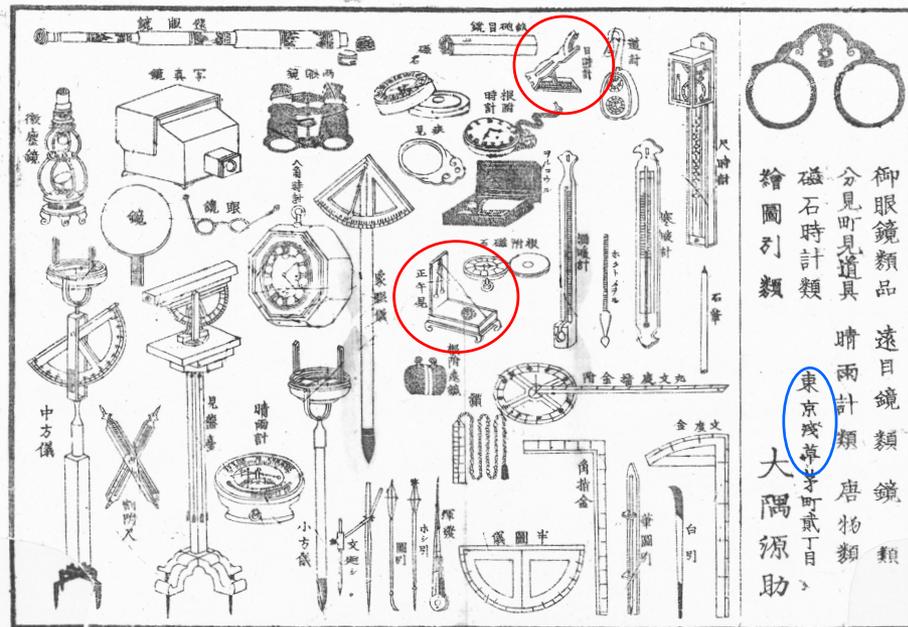
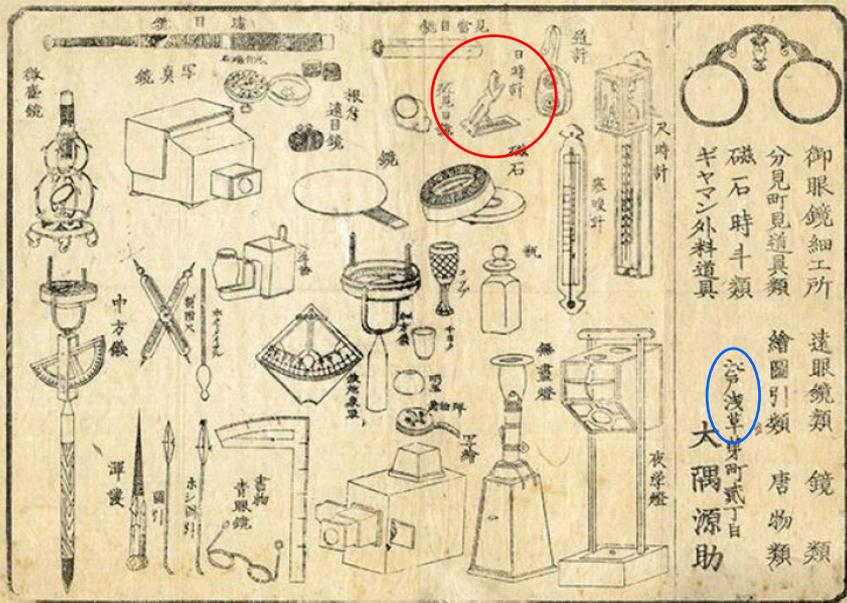
以上により東西度を求める。

又南北度を求めるものは第二十七回図を用い甲地心より乙の赤道、丙丁の冬至、戊己の夏至と三線の間は、或いは節季をもって緯度を求め、或いは戊乙と乙丙のを等分に割り緯の正接を定める。冬至、春秋分、夏至の間は同比とする。

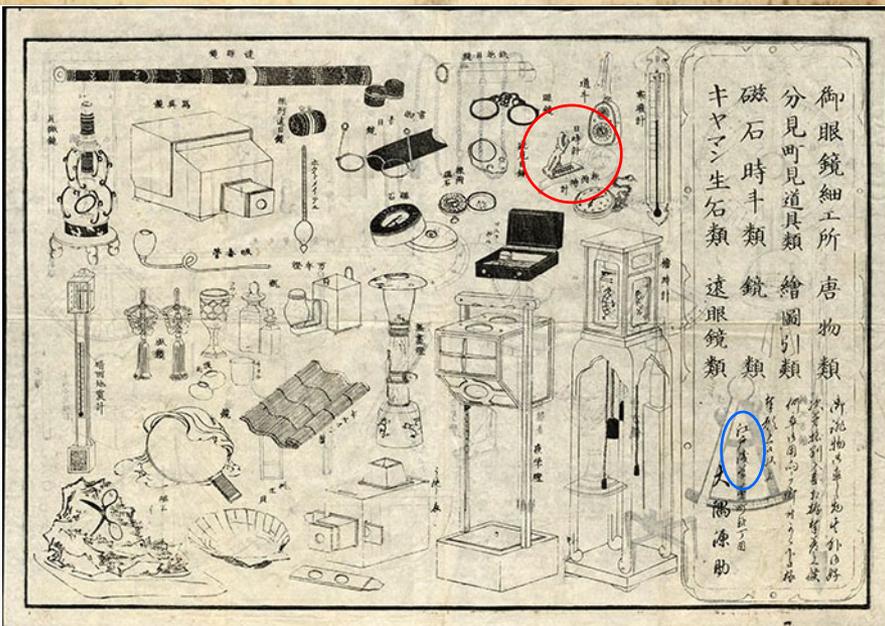


設えば第二十五図の乙の九時より日出に至る器に至る甲乙或いは甲丙の正割（余弦の逆数; sec）を半径として第二十八図の甲より丁に至る間に冬の長さを設け、こうして甲丁丙は第二十七図の乙丙正接の規とし、丁丙と応じ、各の時に従い正接を求める。その正接は正弦の比である。これの正接と第二十六図の乙子或いは卯丙の広さと相矩して機器の面に点を設ければ自ら時刻の点を取るのである。それには種々の方法があるが、この原理を推察すれば自ら得て知りなさい。

幕末～明治初期：大隅源助商店引札（カタログ）



明治初期（講演者所蔵。左右下部の欠落部は、別画像を用い修復）



江戸末期（国立科学博物館蔵）

https://www.kahaku.go.jp/exhibitions/vm/past_permanent/rikou/other/other-index.html

まとめ

1. 日時計について記載した江戸時代の文献（+絵画）を紹介した。
谷 秦山「壬癸録」（1710）
西村 遠里「授時解」（1761）
青木 昆陽「昆陽漫録」（1763）（蘭学関係を含む）
間 重富「晷方考」（1808）（蘭学）日時計についてのみ記述
川原 慶賀「長崎港図」（1840-1842）,
「出島図」,「唐蘭館絵巻 蘭館図 動物園図」（1850頃）
大隅源助商店 引札（幕末～明治初期）（取扱商品カタログ）
2. 「晷方考」は、間重富が長崎（および江戸）にて、（主に西洋製の）各種携帯日時計の実物を見聞して、原理の説明と日時計製作法（不定時対応を含む）を1冊の稿本として書き上げたもので、特筆に値する。尚、日時計記載の西洋書も見聞している可能性もゼロではない。同時に、オランダ人により様々なタイプの日時計が長崎から日本に持ち込まれていたことが推察される。
3. 不定時に対応した根付型の日時計は18世紀には庶民に広く使われ（cf. 授時解）、幕末～明治初期にも不定時対応の赤道型に近い携帯日時計が販売されていた（cf. 大隅源助商店の引札）。その後、旧暦1872年12月2日の翌日を1873年1月1日とする定時法の太陽暦の採用と共に、水平型携帯日時計に移行して行った（ex. 林 善助の携帯日時計：木製丸型、金属製長方形型（1890年特許第1004号））。

ご清聴、ありがとうございました。