

『遠西觀象圖説』と「円環年」

須賀 隆¹⁾

本稿では明治改暦の詔書の原案である「塚本明毅の建議書」中の記述「七千年ノ後僅ニ一日」に関連して言及されることが多い吉雄俊蔵（南臯）（1787-1847）の『理學入式遠西觀象圖説』（1823）²⁾における「回帰年」に関する認識がどこまでの深さであったかについて分析します。彼は天文方に取材した結果を深い理解がないまま言語化したのではないのでしょうか。

1. 「回帰年」の概念整理

議論を進めるにあたって「回帰年」について概念整理をしておきましょう³⁾。

- ・平均回帰年（後述の「恒氣の回帰年」）

太陽の位置観測結果をもとにして、ケプラー方程式を解くなど天体力学の知識に基づいて瞬時の平均春分点に対する太陽の平均運動を求め、その逆数をとったもの。

- ・春分回帰年（あるいは単に「春分年」、後述の「定氣の回帰年」）

渾天儀などで、太陽が南から北に移動しつつ赤道 0° になる瞬間を観測⁴⁾して得られる天文学的春分の日時から、太陽が春分を通過する平均時間間隔を求めたもの。地球公転軌道の近日点移動が効いて、平均回帰年とは異なる長さとなる。

ユリウス暦からグレゴリオ暦への改暦は、西暦325年開催の第1回ニケーア公会議後の時の経過によってズレてしまった春分の日付が同会議の決定通り3月21日になるように日付を10日とばし、以後、ズレが蓄積しないように閏日を400年あたり3日減らしたものの。後者には残差があり、残差によるズレの蓄積ペースは、1年あたり（平均回帰年ではなく）春分回帰年とグレゴリオ年の長さの差になります。これは19世紀半ばにおいては実際「約七千年あたり一日」でした。

後述するように『圖説』では「回帰年」に相当する概念に「円環年」（秒ヲ測って365日5時間49分、グレゴリオ暦とのズレは7200年に1日）という用語を与えていま

すが、それがどのような「回帰年」を指すかは自明ではありません。

2. 「七千年ノ後僅ニ一日」の謎」の振り返り

『日本暦学会』第21号（2014）に掲載していただいた拙稿「七千年ノ後僅ニ一日」の謎⁵⁾では、

- ― i. 吉雄南臯の認識の如何に関係なく、
 - ― 『遠西觀象圖説』に書かれた“円環年”は定義と値の
 - ― 両方とも春分年に一致し、定義と値に矛盾はない。
- と記述しました。「七千年ノ後僅ニ一日」を丸め方の誤りとせずとも説明可能であることは示しましたが、吉雄俊蔵の認識には可能性の指摘以上に踏み込みませんでした。「七千年ノ後僅ニ一日」という記述に関しては、塚本明毅の認識した太陽年の長さ（365日5時間48分45秒）が『圖説』の円環年と異なることを論拠として「塚本明毅の建議書」と『圖説』の関係を切り離したので、『圖説』における吉雄俊蔵の認識に関する深入りした議論は必要なかったのです。

3. 『圖説』の読み直し

まず、本件に関わる『圖説』の具体的な記述を書き起こしてみましょう。

上巻

p.30 用語集

太陽年 ゾン子、ヤール

p.36 用語集

円環年 ロンデ、ヤール

p.64 第九図 太陽運行図

中巻

p.34 盈縮

凡ソ近距離前後ニ在ル寸ハ行クヲ速クシテ平行ニ過ギ一百七十八日十七時五十八分ニシテ半天一百八十度ヲ行ク遠距離前後ニ在ル寸ハ行クヲ遅クシテ平行ニ満タズ一百八十六日十一時五十一分ニシテ半天一百八十度ヲ行ク

pp.35-37 十二宮

支那ノ人太陽年ヲ二十四ニ平分シコレヲ恒氣ト云フ毎氣各一十五日五時一十四分三十二秒餘ヲ有ツ

1) 日本暦学会理事、暦の会会員、メールアドレス SGB02104@nifty.com

2) 以下、本稿では単に『圖説』と呼びます。

上巻 <https://books.google.co.jp/books?id=lyJ4CP6oAFgC>

中巻 <https://books.google.co.jp/books?id=nwDnzYUT8RcC>

下巻 https://books.google.co.jp/books?id=dWkQ_ZSCcpkC

3) [参考] 2011-10-23 回帰年と春分年 https://suchowan.seesaa.net/article/201110article_8.html

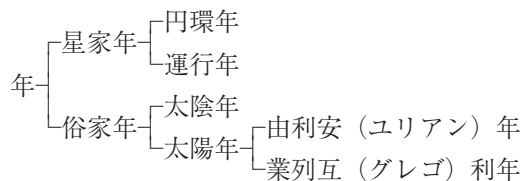
4) 現実的には、地球の公転軌道には太陽以外の天体によるさまざまな摂動が加わるため、天体力学の知識なしに観測のみで春分回帰年を求めることは困難です。実際、後述の5章の半周時間は観測ではなく計算によって求めたと考えられます。ここでの「観測」は理想的な意味での「観測」と言えます。

5) <http://www.asahi-net.or.jp/~dd6t-sg/pcs/7000.pdf>

乃チ吾領曆ニ出ス所ノ二十四氣コレナリ<中略>
支那ノ人ハ年圈ヲ二十四ニ平分シテコレヲ定氣ト
云ウ毎氣各十五度有ツ其ノ名ハ異ニシテ其用全ク
十二宮ニ同ジ<中略>定氣ハ周天度ヲ平分シ恒氣
ハ周歲日時分ヲ平分ス<中略>本編中二十四氣ヲ
云フモノハ皆恒氣ニシテ若シ定氣ヲ云フベキ寸ハ
必ズ十二宮ヲ稱フ其ノ名左ノ如シ

白羊宮 定氣春分

pp.38-39 一年（本稿では、下記を「分類樹形図」と呼
びます）



p.39 一年

星家年トハ天學家推歩ノ上ニテ云フベキノ年ニシ
テ曆面ニ載スベキニ非ザルヲ云エリ円環年トハ太
陽白羊宮ノ初度ヨリ漸次ニ右旋シテ元宮即チ白羊
宮ニ復ルノ間ニシテ三百六十五日五時四十九分ヲ
云フナリ

p.40 俗家年

俗家年トハ曆面ニ載スル所ノ年ヲ云エリ

p.42 太陽年

學士業列互利（グレゴリ）ナルモノ<中略>円環
年ノ日時分秒ヲ測ルニ三百六十五日五時四十九分
ニシテ

氣の回帰年、「ロンデ、ヤール⁶⁾」の訳語）は、明確に
概念として分離弁別されていると読み取れます。『圖説』
記述中の数値を使うと、365日5時間の端数は、

太陽年（恒氣の回帰年） 48分54秒±6.0秒

（「吾領曆」の直前の「餘」を0.5秒未満の正数と解釈）

円環年（定氣の回帰年） 49分00秒±0.5秒

（「秒ヲ測ルニ」とあるので秒の丸めと解釈）

です。一方、寛政曆では、

歳周 48分59.54秒（『圖説』出版時（1823）採用値⁷⁾）

定氣と恒氣の回帰年を弁別し、その弁別が曆面に載せ
るか否かに連動しているのです。昨年（2022）の『日本
曆学会』第29号に掲載していただいた拙稿「市川斎宮の
改曆案の紹介」⁸⁾の4.補論-「深層構造」と「表層構造」
を踏まえると、分類樹形図について、

（曆面ニ非載）深層 — 表層（曆面ニ載ス）

觀象 — 授時

天意 — 人為

觀測 — 定義

実氣⁹⁾ 定氣 — 恒氣（平氣）

（星家年）円環年 — 太陽年（俗家年）

（角運動量保存¹²⁾）発見 — 発明（ケプラー方程式）

天文学 — 曆学

4. 「觀象」「授時」の概念整理

3章の記述を順に読むと、pp.35-37の十二宮の項で「本
編中二十四氣ヲ云フモノハ皆恒氣ニシテ若シ定氣ヲ云フ
ベキ寸ハ必ズ十二宮ヲ稱フ」と明記したうえで、その後
に分類樹形図上の分類で太陽年とは別に円環年の概念が
定氣の春分を用いて定義されていることから、太陽年（恒
氣の回帰年、「ゾン子^{*}、ヤール」の訳語）と円環年（定

というような概念の対比が想定されます。時間で等分す
る二十四節氣やその前提となる太陽年は「人為」なので
す。

5. 『圖説』中の半周時間

『圖説』が出版された1823年ころは寛政曆（1798-1843）
行用中でしたから3章の引用中の「吾領曆」（pp.35-37「十

6) Keill, John "Inleidinge tot de waare natuur- en sterrekunde, of de natuur- en sterrekundige lessen" (1741). <https://books.google.co.jp/books?id=VpDAAAACAAJ&pg=PA493&q=tropici>

（志筑忠雄『曆象新書』（1798-1802）の元本（→<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/exhibition/004/>））に、ronde(tropici)と書かれており、ronde は tropici と同義です。前後の記述から tropici jaar は年の開始季節に依存しない平均回帰年と考えられます。また、『圖説』の分類樹形図で「太陽年」をユリウス年やグレゴリオ年の総称と位置付けているのは、この同書p.493の、

Een Jaar is of Sterrekundig of Burgerlyk. Wy hebben beyde foorten van Sterrekundige Jaren, namelyk de ronde (tropic) en omloopstydige (periodici), in de fle Les bepaalt. Het Burgerlyke of het Staatkundige Jaar, dat in een Gemeen-bef of Ryk word aangenomen, is ook twederly, namelyk het is of een Mane-jaar of een Zonne-jaar, naar dat men het, of met de beweginge der Maan of met die der Zon doet overeenftemmen.

辺りの記述によっていると考えられます。（本脚注のここまでは国立天文台の片山真人氏の指摘）

ヨーロッパで春分回帰年に相当する数値が扱われることはあります（例えば文献5の4.1節の事例）が、それはあくまでデータ処理の途中経過としてであって、概念として春分回帰年が採り上げられることはなかったようです（文献5脚注15資料の後段でも曆法の誤差評価の基準は平均回帰年）。定氣と恒氣の回帰年を弁別する『圖説』の概念整理をヨーロッパに遡ることはできなさそうです。

7) [参考] 曆 Wiki「消長法」<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/wiki/BEC3C4B9CBA1.html>

8) 「市川斎宮の改曆案の紹介」日本曆学会第29号(2022).pp.1-5.

https://github.com/suchowan/calendar_papers/blob/master/%E5%B8%82%E5%B7%9D%E6%96%8E%E5%AE%AE%E3%81%AE%E6%94%B9%E6%9A%A6%E6%A1%88%E3%81%AE%E7%B4%B9%E4%BB%8B.pdf

9) 「実氣」という表現は、少し下った渋川祐賢輯『星學須知』（1857年以前）の用語です。

[参考] 2015-09-07 時憲曆の置閏法の変遷の観点

https://suchowan.seesaa.net/article/201509article_7.html

二宮」の項)の「頒暦」は寛政暦に拠っています。ヨーロッパの文献が寛政暦に言及するはずはありません。そこで、他に『圖説』が寛政暦を参照していないか記述を探すと、太陽の運行の遅速(日行盈縮)を表現する半周時間が、

近距離前後(近日点側)の半周 178日17時間58分
遠距離前後(遠日点側)の半周 186日11時間51分

と説明されていることに気が付きます¹⁰⁾。『圖説』上巻第九図より半周の境は春秋分です。この半周時間の比がわかると、離心率を与えればケプラー方程式を解いて春分の真近点角が求まります。

寛政暦(離心率 0.01689660) → 80.308°
(1811年ころの値)
天保暦(離心率 0.01680207) → 81.300°
(1754年ころの値)

(なお天保暦のネタ元である『ランデ暦書』(1771)¹¹⁾は天保暦とほとんど同じ結果になります)

寛政暦の場合、分に丸めて半周時間が『圖説』どおりになるのは1809~1812年の間で、特に1811年天正冬至のころには秒未満の丸めでちょうど秒の桁が0の当該値になります。1813年以降になると分の桁の数値は変わってしまいます。このことから下記の3つの可能性を篩にかけられます。

- (1) 吉雄俊蔵が自力で寛政暦の半周時間を計算した¹²⁾。
→ × 自力なら年ごとに変わることを理解して出版年(1823)頃の半周時間を記載したはず。
- (2) 『圖説』のネタ本である18世紀の蘭書から半周時間を引用した。
→ × 引用元が見つからない。半日単位で丸め済みの値¹³⁾を分の精度には復元不能。もしヨーロッパに引用元が見つかるのであれば1740年代や1770年代ではなく

1750年代の著作。

- (3) 1811年から遠くない時期に吉雄俊蔵が幕府天文方に取材して寛政暦の半周時間を知った。

→ ○ 当時、寛政暦を計算できるのは第一に天文方であり、この可能性が最も高い。

「吾頒暦」は漠然と「吾日本国の頒暦」の意とも読めますが、より絞り込んで、頒暦を「吾頒暦」と呼び、頒暦に記載すべき事項か否かに特段の注意を払うのは、第一に頒暦の編纂者一すなわち天文方なのではないでしょうか。吉雄俊蔵は高橋景保と同じくシーボルト事件に連座しています¹⁴⁾。つまり天文方につながる人脈上にいたのです。『圖説』の記述でヨーロッパにまで遡らないものは、天文方に取材した事項であると考えるのが最も自然と思われます。であれば、前章で示した概念対比は吉雄俊蔵よりもむしろ当時の天文方に由来することになります。

6. 麻田剛立の消長法の理論化の試みとの関連

『圖説』中の半周時間が天文方に取材したものであるなど吉雄俊蔵と天文方に以前に想定したよりも密な交流があったとすると、先に言及した通り、ヨーロッパにまで遡らない「定氣の回帰年」の概念も天文方に取材した事項であると考えるのが最も自然と思われます。

そこで注目されるのが中山茂「消長法の研究 III」¹⁵⁾です。日行盈縮に関して寛政暦が拠っている麻田剛立の消長法は古観測の記録にあわせた(いわば)実験式でした。高橋至時が『増修消長法』(1798)で、師の消長法のメカニズムを理論づけようとしたことを同論考は指摘しています。失敗はしましたが、寛政暦の歳周を理論づけようとする問題意識が天文方にあったことがわかります。

『ランデ暦書』¹⁶⁾の681コマには年ごとの地球軌道の近日点黄経などを記した表があります。『増修消長法』は『ランデ暦書』を入手する前の著作ですが、上記の問題意識を天文方が持ち続け、かつ天文方が日行盈縮を、春秋分を境界とする近日点側の半周と遠日点側の半周の対比で表現していたとすると、『ランデ暦書』入手後、

10) 合計すれば365日5時間49分ちょうどです。実は、この半周時間が本章の検証のとおり寛政暦に拠っていることに気づいたことが、筆者が本稿を執筆した直接の契機です。

11) <https://library.nao.ac.jp/kichou/archive/SC337/kmview.html>

12) 天文方はケプラー方程式を解くのとほぼ同等の結果が得られる Ignaze Kögler らの『暦象考成後編』(1742)の手法で計算を行っていました。おまつのブログ 寛政暦の暦法(2)の「ケプラーの法則」参照 <http://omatsuja2.blogspot.com/2020/07/kansei2.html> (ただし、実務では計算ができさえすればよいので、角運動量保存という概念の有無はわかりません)

13) 一般に、『圖説』が参照したとされる書籍は、『日本数学史』(2009)p.161

<https://books.google.co.jp/books?id=k9DnSAO9Au8C&pg=PA161>

によれば、

・Martens, Martinus "Inwiyings redenvoering over eenige voorname nuttigheden der wis- en sterrekunde" (1743) <https://books.google.co.jp/books?id=xDMUAAAAQAAJ>

・Martinet, J. F. "Katechismus der Natuur" (1777-1779)

https://www.dbnl.org/tekst/mart021kate01_01/

ですが、文献6のp.280に半周に要する時間を半日単位に丸めた値(178½, 186½)が記載されています。(本脚注は国立天文台の片山真人氏の指摘)

14) 能田忠亮『暦学史論』生活社、1948年、281頁。

15) 中山茂「消長法の研究 III」科学史研究, 69(1964), pp.8-16.

16) <https://library.nao.ac.jp/kichou/archive/SC337/kmview.html>

(16ページより)

この表などから年ごとの日行盈縮を計算したであろうことは想像に難くありません。それには年ごとの天文学的春分の日時の計算が必要です。そうすると、円環年（定氣の回帰年）がたまたま¹⁷⁾寛政暦の歳周に極めて近いことに気づくのは必然です¹⁸⁾。

7. 考察

以上の諸々の証拠により、「七千年ノ後僅ニ一日」の謎の、
| 『遠西觀象圖説』に書かれた“円環年”は定義と値の
| 両方とも春分年に一致し、定義と値に矛盾はない。

は、吉雄俊蔵の日本国内取材元である天文方の論理的&科学的合理性に帰すべきものと考えられます。『圖説』中の半周時間の記述に、それがいつの時点の値かの記述がないことからすると、吉雄俊蔵は取材した結果を近日点移動で値が変わるという深い理解がない¹⁹⁾まま言語化したのでしょう。

本稿冒頭の平均回帰年と春分回帰年の対比において、ケプラー方程式の意味付けは重要です。ケプラー方程式を角運動量保存則（と逆二乗則）の帰結と理解すれば平

均回帰年は自然の摂理（天意）に直結したものとなります。一方、『暦象考成後編』の計算方法を暦計算のテクニックと理解すれば、生の観測をより反映した春分回帰年こそ天意であり、考案されたテクニックにより導出される平均回帰年は暦計算のための人為となります。おそらく吉雄俊蔵が取材した天文方は後者の理解だったのではないのでしょうか。定氣を「実氣」と解釈する思想⁹⁾も後者につながります。

寛政暦を公に行用している状況においては、円環年（定氣の回帰年）は都合の良い概念でした。しかし、天保暦への改暦によって365日5時間49分ほどの値を周歳に使わなくなると、この状況は失われました。また、衛星系の公転周期からその主惑星の質量を見積もる²⁰⁾など、天保暦ではヨーロッパの天文学&物理学への理解が深まり、定氣の回帰年の概念は不要となって継承されなかったのでしょうか。円環年という用語は明治の初期にも用いられましたが、『圖説』をそのまま引用するもの以外は、もはや「定氣の回帰年」ではなく平均回帰年の意味となっていたのでした²¹⁾。

17)一致は近年のみ。例えば中国春秋時代では寛政暦の実験式は『春秋』にあわせて(ユリウス暦と同じく)365と1/4日ほどとするので大きく異なります。

18)これまでは天文方が定氣の回帰年を扱うとしたら、春分回帰年ではなく冬至回帰年のはずだという先入観が筆者にはありました。天文方が日行盈縮（真近点角 $\pm 90^\circ$ ではなく）春秋分を境界とする近日点側の半周と遠日点側の半周を対比して表現していたと思われる事例に、今回遭遇して本稿の関連に気づいたのです。

19)文献6 p.493 の脚注(3)に1/12年を30日10時間29分5秒としていることから同書の著者 Keill が365日5時間49分を精確な値と認識していたことがわかるので、吉雄俊蔵も深い疑問は持たなかったでしょう。

20)石原幸男「『新法暦書』管見 ～天保暦と木星～」(2013)
<http://www.asahi-net.or.jp/~jc1y-ishr/Kyuureki/Tenpourekijupiter/>

21)国立国会図書館「次世代デジタルライブラリー」を「円環年」で検索。

<https://lab.ndl.go.jp/dl/fulltext?searchfield=contentonly&keyword=%E5%86%86%E7%92%B0%E5%B9%B4>
