

貞享暦のオリジナリティに関するノート

須賀 隆*

1. はじめに

貞享暦は渋川春海が作成した初めての日本製の暦法であり、貞享2年(1685年)から宝暦2年(1752年)まで使用された⁽¹⁾。筆者は『暦の大事典』(2014年)の貞享暦に関するコラム⁽²⁾で、貞享暦の暦定数に関し、

貞享暦は授時暦の暦定数(朔望月・近点月・交点月)を小数点以下5桁未満四捨五入して用い、回帰年は授時暦消長法の一年分の補正のみ行った。<中略>冬至や定朔の時刻・日月食の推算については、基準とする経緯度を大都(北京)から京都に改め、太陽の運行の遅速の計算で太陽の近地点が冬至点から約6度ずれたことを考慮に入れた。

と解説した。急遽の代役で項目を担当した筆者としては、授時暦に対する改良点として教科書的に知られている里差(基準経度のずれ)と近地点の移動(近地点と冬至点のずれ)の2点を記すに留めたのである。

しかし、もう少し詳細に分析してみると改良点はこの2点以外にもあり、事典のコラムとは別に整理の必要があると考えていた⁽³⁾。

2. 改良点

(1) 日行盈縮

地球から見た太陽の運動に中心差に相当する盈縮があることは、古来より洋の東西を問わず知られていた。表1は代表的な理論や暦法での中心差の振舞を一覧したものである⁽⁴⁾。

表1 代表的な理論や暦法の中心差

名前	中心差			三角級数振幅/度		
	最大値/度	真近点角/度	平均近点角/度	a_1	a_2	a_3
アルマゲスト	2.388	90.000	87.612	2.3873	0.0497	0.0014
麟徳暦	2.727	90.000	87.273	2.1956	0.0505	-0.1949
大衍暦	2.388	90.000	87.612	2.4782	0.0485	0.1173
宣明暦	2.394	90.000	87.606	2.4469	0.0495	0.0659
授時暦	2.367	90.000	87.633	2.4183	0.0326	0.0671
アールヤバディーヤ	2.149	92.149	90.000	2.1490	0.0000	-0.0001
スールヤ・シッターンタ	2.176	92.176	90.000	2.1913	0.0000	0.0106
回々暦	2.013	90.036	88.023	2.0127	0.0354	0.0008
貞享暦	2.027	89.615	87.588	2.0696	0.0293	0.0540
楕円軌道(ケプラー運動)	1.915	90.718	88.803	1.9148	0.0200	0.0003

真近点角を u 、平均近点角を M とするとき、中心差の欄は中心差の最大値($u-M$)、そこでの真近点角(u)、そこでの平均近点角(M)、三角級数振幅の欄は中心差 $u-M$ を M の三角級数で、

$$u - M = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin nM \quad (1)$$

と表したときの振幅 a_1, a_2, a_3 である。

理論や暦法の類似性を視覚化するため、 $n=11$ の高調波までの成分の振幅をベクトルとみなして主成分分析(PCA)にかけたものが図1である⁽⁵⁾。縦軸・横軸ともスケールに意味があるので縦横比の正規化はしていない。

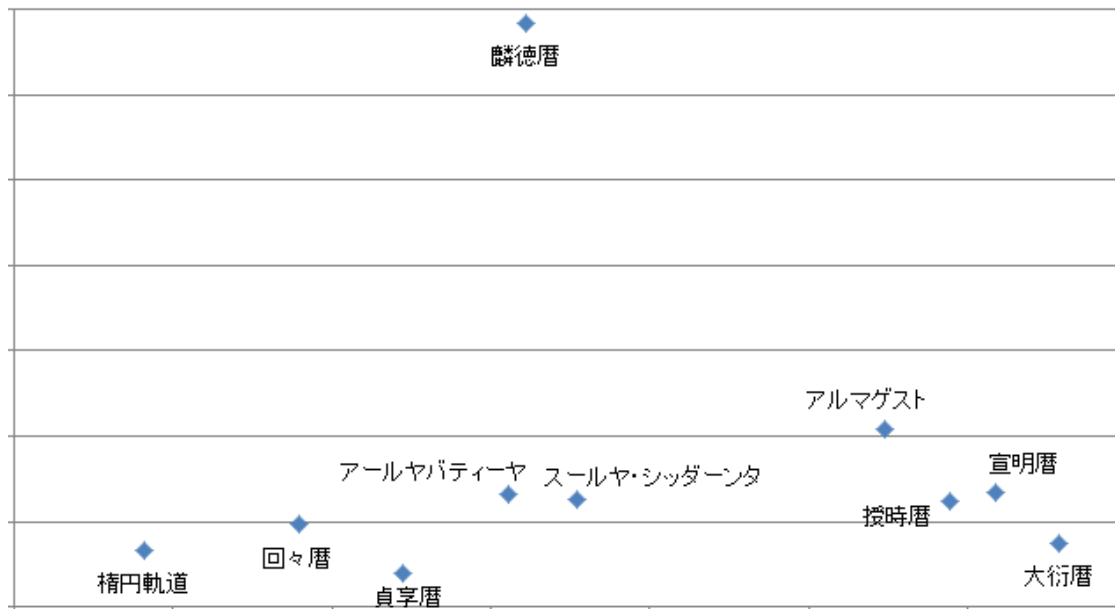


図 1 代表的な理論や暦法の中心差の主成分分析

貞享暦は授時暦などのグループにくらべてはるかに楕円軌道⁶⁾に近く、暦定数が大幅に改善していることがわかる⁷⁾。

(2) 定朔

定朔は月と太陽の真黄経の合であり、朔日は定朔の瞬間を含む暦日である。月と太陽の平均黄経の合である平朔との時間差は式(2)で計算できる。

$$T_m - T_t = \frac{(\lambda_M - L_M) - (\lambda_S - L_S)}{\dot{L}_M - \dot{L}_S} \quad | \quad \text{at } T = T_t \quad (2)$$

ここに真黄経 λ と平均黄経 L は時間 T の関数であり⁸⁾、添え字 m, t, M, S はそれぞれ平朔、定朔、月、太陽を意味する。朔日のみ知りたいのであれば毎日夜半の月離(月と太陽の真黄経の差 $(\lambda_M - \lambda_S)$)を確認するだけでも知ることが可能である。

式(2)は求めようとする定朔日時での λ, L を計算する必要があり扱いが難しい⁹⁾。授時暦系の暦法では式(2)に替えて式(3)のような近似式を用いる。

$$T_m - T_t \cong \frac{(\lambda_M - L_M) - (\lambda_S - L_S)}{\dot{\lambda}_M - \dot{\lambda}_S} \quad | \quad \text{at } T = T_m \quad (3)$$

授時暦では式(3)の右辺分母第 2 項 $\dot{\lambda}_S$ を無視するが貞享暦では計算に含めている。もし貞享暦で $\dot{\lambda}_S$ を無視すると、毎日夜半の月離から知りえる朔日と計算による朔がずれる例が貞享暦の行用期間中で 13 例発生する。実際の貞享暦では $\dot{\lambda}_S$ を計算に含めているのでずれる例が 1 例もない¹⁰⁾。これは授時暦に対する貞享暦の改良点と言える。

(3) 初虧復末時差

月の通り道である白道は太陽の通り道である黄道に対して約 5 度傾いており、日食や月食は両者の交点(昇交点・降交点)の付近で起こる。この傾きのため、日食は図 2 に示す通り、朔(太陽と月の黄経の合)が月の交点通過の前の場合は朔より遅れた時刻を中心に起こり、交点通過の後の場合は朔に先んじる時刻を中心に起こる。図 2 は日食の場合の図であるが、月食の場合も同様にして望と食の時刻に時差が発生する。この時差が初虧復末時差である。貞享暦は初めてこの時差を日月食の予報に取り入れたという¹¹⁾。

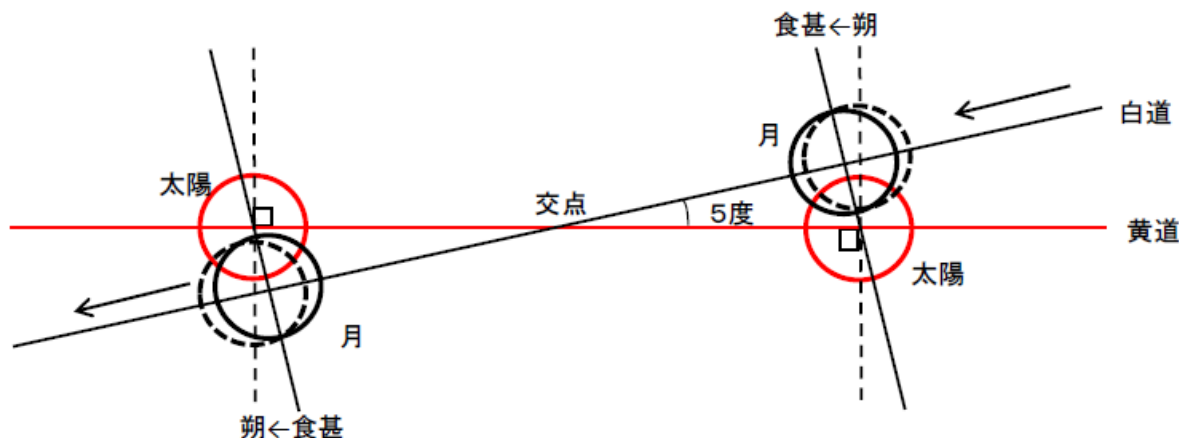


図 2 初虧復末時差

(4) 暦元前降交点通過日時

降交点通過日時の精度に関して、授時暦は理論値に対して 0.34 日遅く、そのため「授時暦の最大の弱点が日月食の推算にあるといわれる」という説がある⁽¹²⁾。そこで降交点通過日時が

貞享暦の改良点になるか否か確認した。授時暦・貞享暦の各暦法と Meeus(1999 年)⁽¹³⁾の月の交点日時計算式から周期項による寄与を除外して推算し比較し表 2 に示す⁽¹⁴⁾。

表 2 暦元前降交点通過日時

項目	授時暦	貞享暦
基準経度[東経] / 度	116.3900	135.7400
ΔT / 秒	531.7	12.7
暦法[UT] / 日	2188899.2179	2336117.3258
暦法[TT] / 日	2188899.2241	2336117.3260
推算[TT] / 日	2188899.2147	2336117.3178
(暦法[TT]-推算[TT]) / 分	13.4	11.7

授時暦・貞享暦ともに誤差は約 10 分あまりであり、もともと授時暦自体の精度も高かったことがわかる。降交点通過日時は貞享暦の改良点とはみなせない。

3. 考察

貞享暦の授時暦に対する改良点に関し、渋川春海がどのような情報を利用し、また利用しなかったか考察する。

(1) 日行盈縮および月行遅速⁽¹⁵⁾

図 1 によれば貞享暦に最も近い暦法は回々暦である。渋川春海は師である岡野井玄貞経由で朝鮮通信使朴安期が招来した『七政算』外篇⁽¹⁶⁾の回々暦を閲覧⁽¹⁷⁾していた可能性が高い。授時暦と回々暦の日行盈縮を自らの観測と比較し、回々暦の方が高精度と判断して回々暦により近い暦定数を採用したのではないかと考えられる。

貞享暦のさらなる改暦を目指した徳川吉宗は、貞享暦の誤差を見出すため中根元圭に命じて享保 17 年(1732 年)に伊豆で日出時限および太陽最高点を実測させたが、中根元圭は「貞享暦と差異無き」と復命した⁽¹⁸⁾。貞享暦は当時の観測精度では差異が検出できないほど近似精度が大幅に向上していたのである。

なお、『七政算』外篇の回々暦は、従来の中国起源の暦法とは異なり、月の運行に関して出差⁽¹⁹⁾を取り入れている。しかし貞享暦ではこの出差を採用していない。朔と望の時点での月の位置のみに着目したのでは、出差と中心差の寄与は分離されない⁽²⁰⁾。日月食の予報精度を重視した渋川春海にとって出差は関心が低かったのではないと思われる。

(2) 定朔

渋川春海『貞享暦』(1684 年序)には定朔の計算方法についての詳細は記述されていないが、参考になる資料として下記がある。

・谷秦山資料(『暦算問答』『壬癸録』『食算蒙引』)

横塚啓之(1997 年)は高知県立図書館蔵の谷秦山の資料を解析し貞享暦の日食計算法を明らかにした資料であるが、貞享暦での定朔の具体的な計算例も記載されている⁽²¹⁾。これによれば太陽の行度(=行度率 v_s)は考慮しているが、計算は立成を用いた一次補間である。貞享暦と同じ計算方法を用いたと思われる修正宝暦暦頒暦の天明 7 年(1787 年)2 月朔が夜半の月離から知りえる朔日とずれる⁽²²⁾ことから、幕府天文方は貞享暦・宝暦暦ともに谷秦山資料の方式で計算していたものと考えられる。

・西村遠里『貞享鮮』(1764 年序)

巻九「定朔于名云云」⁽²³⁾に、

此暦ハ管窺揖要ニ云術ノ如ク行差ノ術ヲ用ユ故ニ
太陰ノ行度ノ内太陽ノ行度ヲ減テ余其限ノ行差トスルナリ
とある。

・黄鼎『管窺輯要』(1653 年序)

「定朔加減差」の節

授時暦とおなじく太陽の行度は考慮していない。

「論月離遅疾差」の節⁽²⁴⁾

遅疾盈縮差を時間で割った量を二次補間している。この補間法は明史暦志の大統暦の条⁽²⁵⁾にあるものと同じである。

『貞享暦』には『管窺輯要』を引用した箇所があり⁽²⁶⁾、貞享暦の設計時点で『管窺輯要』を閲覧していたことがわかる。しかし一方で、西村遠里があえて授時暦ではなく『管窺輯要』を引用した「管窺揖要ニ云術」は「論月離遅疾差」の節の方を指していると推察されるが、補間方式が異なるので谷秦山資料の方式とは一致しない⁽²⁷⁾。

これらの状況証拠からすると渋川春海は直接『管窺輯要』に依存して「太陰ノ行度ノ内太陽ノ行度ヲ減テ余其限ノ行差ト」

したのではなく、論理的にあるべき処理として「太陽ノ行度ヲ減」ズべきと気付いたのではないかと思われる。そうであるなら渋川春海には一定のオリジナリティがある。

4. おわりに

第2節・第3節の分析のとおり、貞享暦は事典的な理解で認識されている以上に、授時暦に対して細かな改良がなされていることがわかる。貞享暦の歴史的評価はこれらの改良(日行盈縮精度・定朔計算法・初虧復末時差)をも考慮にいれて行っていく必要があるのではないだろうか。

謝辞

本稿を作成にするあたり横塚啓之氏より私家版である『貞享暦日食算法』をご提供いただいた。感謝の意を表す。

(1) 宝暦3年(1753年)および宝暦4年(1754年)の暦も貞享暦として頒布されたが、貞享暦とは暦定数が異なる。また厳密には貞享2年(1685年)も二十四節気日時が貞享暦より約20分あまり早い(→

https://github.com/suchowan/when_exe/blob/master/lib/when_exe/region/japanese/twins.rb#LC94)。

(2) 岡田芳朗、神田泰、佐藤次高、高橋正男、古川麒一郎、松井吉昭編『暦の大事典』朝倉書店、2014年、299頁。

(3) 本稿は須賀隆「貞享暦の日行盈縮と定朔」(『日本暦学会』第22号、2015年、10-11頁 →

http://www.asahi-net.or.jp/~dd6t-sg/pcs/jokyo_parameters.pdf, 訂正

http://suchowan.at.webry.info/201506/article_8.html)にその後の新たな知見を加えて改稿したものである。

(4) http://suchowan.at.webry.info/201506/article_4.html

(5) http://suchowan.at.webry.info/201506/article_6.html

(6) 表1と図1の楕円軌道の離心率は現在値を用いている。

(7) 石原幸男『『アルマゲスト』と授時暦』では『アルマゲスト』と中国歴代暦法が比較されている(→

<http://www.asahi-net.or.jp/~jc1y-ishr/Almagest/JoukyouurekiNikkouEishuku.html>)。

(8) 貞享暦では地球の近日点の移動は天正冬至(計算しようとする年の前年の平気の冬至)の算出時点で計算に反映され、計算しようとする一年間を通じて黄経と近点角の差は一定とみなされる。

(9) 実は式(2)の右辺の分母は定数、分子は時間の三次多項式(招差法)であり、天元術で算木を用いて解くことが可能である(→<http://mathsoc.jp/publication/tushin/1101/nishimori.pdf>)。しかし天元術で解いている実例を見出すことはできなかった。

(10) http://suchowan.at.webry.info/201507/article_22.html

(11) 横塚啓之『貞享暦日食算法』私家版、1997年、10頁。なお授時暦にある「東西差」は観測地の視差を扱うものであり「初虧復末時差」とは異なる。

(12) 前掲『暦の大事典』248頁。

(13) J. Meeus, “Astronomical Algorithms (2nd Edition)” Willmann-Bell (1999), 363-365.

(14) http://suchowan.at.webry.info/201507/article_29.html

(15) “盈縮”は太陽の運動の不等、“遲疾”は月の運動の不等を表す用語である。

(16) 『李朝実録(世宗・七政算)』社会科学出版社、1980年。

(17) 前掲『暦の大事典』266頁。

(18) 能田忠亮『暦学史論』生活社、1948年、221-222頁。

(19) 出差はプトレマイオスが発見したとされ、着目する理論や暦法へのギリシア天文学の影響の有無、および影響が明らかな場合、それがプトレマイオスより前か否かのマーカーとして使うことができる。

(20) 蕨内清『増補改訂中国の天文暦法』平凡社、1990年、219頁および

http://suchowan.at.webry.info/201301/article_2.html。

(21) 前掲『貞享暦日食算法』3頁。

(22) http://suchowan.at.webry.info/201403/article_21.html

(23) <http://library.nao.ac.jp/kichou/archive/0184/kmview.html> 323-324/798

(24) http://suchowan.at.webry.info/201506/article_28.html

(25) 『歴代天文律暦等志彙編』十、中華書局、1976年、3595-3605頁。

(26) 例えば

<http://library.nao.ac.jp/kichou/archive/0187/kmview.html> 130/311

(27) 谷秦山の学流は、

渋川春海 — 谷秦山

一方、西村遠里は宝暦の改暦に関わった人物で、学流は、関孝和 — 建部賢弘 — 池部清真 — 西村遠里 渋川春海と関孝和に直接の交流はなかったとされている。