

数学史研究

(通巻185号)

2005年4月～6月

目次

特集：和算に学ぶ	
これから和算を研究する人に	長井 宏之 1
科学史（数学史）余談 — 刊本資料のあれこれ —	中村 幸夫 4
算額写真の撮り方の工夫	田中 秀明 13
「和算家列伝」を編集しよう	大竹 茂雄 18
和算を学んで感じたこと	松本登志雄 22
回想または感想として	田中 充 25
数学史を眺め直す	竹之内 脩 29
観新考算変と反転法	北原 勲 32
講座	
日本暦法史への招待 — 宣明暦と貞享暦を中心として —	大橋由紀夫 43
資料	
「狐背裁約集」中巻の影印	横塚 啓之 64
新たに算額4面を確認（岩手県）	安富 有恒 78
学界動向	
神奈川県和算研究会の活動	嵐 敏夫 83
談話室	
「建部賢弘の著と考えられる『狐背裁約集』について」への補遺・修正	横塚 啓之 85
編集後記	 88

日本暦法史への招待

— 宣明暦と貞享暦を中心として —

大橋 由紀夫

講座

日本書紀史への招待

— 宣明暦と貞享暦を中心として —

大橋 由紀夫

I. はじめに

中国を中心とする東アジアの旧暦は「太陰太陽暦」で、1か月は朔望月（月の満ち欠けの周期）、1年は回帰年（季節の循環の周期）を用いている。国立天文台編『理科年表』2005年版（丸善、2004）によれば、

1 回帰年 = 365.24219 日

1 朔望月 = 29.530589 日

であり、12朔望月は1回帰年よりも、やや短いので、ときどき「閏月」を挿入して、両者のずれを調整した。

東アジアでは、1か月の始点は朔であり、中国の初期の暦法では、1朔望月の長さを一定として機械的に朔の時刻を決めていく「平朔」（経朔）が用いられたが、のちに月と太陽の中心差（現代的に言えば、楕円軌道であるためのスピードの変化による平均的位置からのずれ）を補正して真の朔を計算する「定朔」が用いられるようになった。一方、回帰年については、冬至を基準としていた。

東アジアの伝統暦法は、単に年月日を決めるだけでなく、日月食の予報や五惑星の運行なども扱う天体暦であり、当時の天文学の理論的集大成と言うべきものであった。特に、日月食によって、その暦法の精度が一見してわかるので、改暦において大きな役割を果たしたが、本稿はその問題にはあまり深入りしない。

日本では、初期には中国の暦法理論をそのまま輸入していたが、江戸時代には日本独自の暦法理論を構築できるようになった。本稿では、中国暦法から日本独自の暦法に移行するにあたっての、「年」や「月」の問題を紹介しながら、日本書紀史のおもしろさについて、かいまみることにしたい。

なお、本稿は、2005年3月20日に江戸東京博物館で開催された「第8回・和算にまなぶ」における講演原稿に加筆修正したものである。これを主筆し、この原稿の本誌への掲載を快諾して下さった和算研究所の佐藤健一理事長、実務に関してお世話になった事務局の山司勝紀氏に謝意を表する。

II. 中国暦法の時代

II.1 日本で使用された中国暦法の概略

II.1.1 元嘉暦と儀鳳暦

日本の史書で、最初に明確に暦法に関する記述が現れるのは、『日本書紀』に記載された、553年に百済に唐博士たちの派遣を要請し、『日本書紀』巻第十九、欽明天皇十四年六月（『日本古典文学大系』68、岩波書店、1965、p104）、翌554年に実際に来日した『同書』同巻、欽明天皇十五年二月（同書、pp108-109）、というものである。さらに、602年に百済から觀勒が唐の本などを持って来日した『同書』巻第二十二、推古天皇十年十月（同書、p178）。

604年の正月から、初めて唐を用いた、ということが、平安時代の『政事要略』に「備伝」からの引用という形で記されている『政事要略』巻二十五、年中行事十一月（『新訂増補・国史大系』28、吉川弘文館、1964、p99）。このことは、『日本書紀』には記載がないが、唐書の伝来の後であるから、この頃から、何らかの形で、日本でも中国式の暦法が用いられるようになった、と考えてよいであろう。当時の暦法が何であったか、日本の史書には記載がないが、『隋書』（巻81、列伝46、東夷伝・百濟）に、当時の百済で元嘉暦が用いられていたことが記載されているので、日本で最初に用いられた中国式の暦も元嘉暦だったであろう、と考えられている。

『日本書紀』には、690年の十一月に、勅を奉って初めて元嘉暦と儀鳳暦を行なう、ということが記載されている（『日本書紀』巻第三十、持統天皇四年十一月甲申（十一日）（『日本古典文学大系』68、岩波書店、1965、p506）。これによって、690年から元嘉暦と儀鳳暦が併用された、と早合点してはいけな。これは、十一月の記事であるから、実行されたのは翌年以降、ということになる。実際には、691年までは『日本書紀』の記事の干支は元嘉暦と一致するが、692年から元嘉暦と儀鳳暦の一方に合う干支が混在するようになるので、両者が併用されたのは692年からであろうと考えられている。

元嘉暦と儀鳳暦の日本での施行年については、諸説あるが、水戸の黄門様が編纂を開始した『大日本史』（ただし、以下に言及する「志」の部分が完成するのは明治時代になってから）に、ほぼ妥当と思われる見解が示されている（『大日本史』、巻358、「陸奥一」附、徳川家藏版（吉川弘文館発行）、1928。また、大日本維新会、1929）。それによれば、次のようになる。

604年から691年	——	元嘉暦
692年から697年	——	元嘉暦と儀鳳暦を併用
698年から763年	——	儀鳳暦
II.1.2 大衍暦の施行		

『続日本紀』には、735年に吉備真備によって大衍暦の理論書と数表がもたらされたこと

II.1.3 こまねる 五紀暦の併用

II.1.4 宣明暦の施行

なお、日本の暦法史の研究において、実際に暦法理論に基づいて年

内田正男『日本暦日原典』，雄山閣，1975，第4版，1992

11.2 「宣明曆」講読

II.2.1 はじめに

II.2.2 冬至の計算

- 15 -

晴明 小暑 寒露 小寒
金匱氣之大少俞以象數十二加大小牛
四百六十八 絛四
未經明辨是行 一版
犀寶牛以象日二十四方八十要五十七陰之
節不重一盡以象開法九元一千三百七十二
集之又以象月數陰之節不盡則陰者
以統法陰之以象陽大俞以象事小俞以足
一
大少俞據其意二十四氣之冬至之大俞以
陰數加 象緯七 三十二百十四 秒二
表加 大二十九 小四十四百五十七 秒五
求公定術術書二

「**宣明曆**」(寛永二十一年版) 卷一、四丁表~五丁裏
(慶應義塾大学図書館, 請求番号 J005/301/7)

一年は、冬至から冬至まで、二十四節氣に分けられているが、太陽の中心差を考慮せずに、

時間的に24等分したものを「常気」(または「平気」と呼ぶ。宣明暦では、上元を紀元前7069317年としており、この直前の冬至は朔に一致し、その日の干支は甲子であるなど、基準状態にあったとされている。この年から経過した年数が「積年」である。なお、このような「上元」は、本当にそのような基準状態にあったと信じられていたわけではなく、十分に古い基準年を選べば、必要とする精度で暦法を構成できるので、便宜上のものであったと理解すべきであろう。なお、宣明暦では、1日の8400分の1を単位として構成されており、この8400は「統法」と呼ばれている。

「常気の冬至を求むるの術」の内容は、現代的に書けば、次のように表される。

「積年」 $\equiv Y$

$$Y \equiv x \pmod{504000}$$

を満たす最小の x を求める。そして、

$$44055x \equiv w \pmod{504000}$$

..... (1)

を満たす最小の w を求める。すると、 $w/8400$ が、冬至の干支(甲子を0として数える)である。ここで、その商にあたる「大余」は干支そのものであり、「小余」はその端数、すなわち、1日の8400分の1を単位として表した、求める年の直前の冬至の時刻である。

ここで、「旬周」(504000)は、60の8400倍であり、この年数には、整数の日数が含まれて、それは60の倍数になっている。したがって、干支を求めるためには、この年数は捨ててもよいのである。また、「通余」(44055)は、1回帰年の日数から360日を引いた日数の8400倍である。ここで360日を引いているのは、それが60の倍数であるので、干支を求めるためには捨ててもよいからである。

以上のことから、宣明暦では、

$$1 \text{ 回帰年} = 360 + 44055/8400 \text{ 日}$$

$$= 365 \frac{2055}{8400} \text{ 日}$$

$$\approx 365.24464 \text{ 日}$$

ということになる。

II.2.3 朔の計算

次に、「経朔を求むるの術」を読む。「経朔」とは、月や太陽の中心差を考慮せずに、1朔望月の長さを一定として機械的に求める朔である。ここには、「積年」を置き、章月248057でこれを割る(商は用いない)。余りを置き、章閏法91371をこれに乘じ、さらに章月の数でこれを割る(商は用いない)。その余りを置く(これが天正の閏余である)。統法でこれを割り、その商を「大余」とし、余りを「小余」とする。...」ということが書かれている。

「経朔を求むるの術」の内容は、現代的に書けば、次のように表される。

$$Y \equiv n \pmod{248057}$$

..... (3)

を満たす最小の n を求める。そして、

$$91317n \equiv m \pmod{248057}$$

..... (4)

を満たす最小の m を求める。すると、 $m/8400$ が冬至の直前の朔から冬至までの時間となり、「大余」が日数、「小余」がその端数、すなわち、1日の8400分の1を単位として表した時間となる。

ここで、「章月」(248057)は、1朔望月の日数の8400倍であり、この年数には整数回の朔望月が含まれるので、この年数は捨ててよいことになる。「章閏法」(91371)は、1回帰年の日数から12朔望月の日数を引いたものの8400倍であり、朔から冬至までの時間の毎年の増加量である。これが累積して「章月」を越えたら、閏月が一回入り、そこから「章月」を引いた量からまた累積していくことになる。

さて、以上のことから、宣明暦では、

$$1 \text{ 朔望月} = 278057/8400 \text{ 日}$$

$$= 29 \frac{4457}{8400} \text{ 日}$$

$$\approx 29.530595 \text{ 日}$$

ということになる。

これに、さらに月や太陽の中心差を補正して、真の朔を求めることになるのだが、これについては、今回は省略する。

II.2.4 宣明暦の年月の誤差

上記の回帰年と朔望月の長さを見ると、いずれも宣明暦の値は、真の値よりも過大であることがわかる。その100年あたりの誤差は、回帰年については約0.245日、朔望月については約0.0074日、ということになる。

宣明暦は、日本では823年間用いられたので、回帰年については約2日の誤差を生じたことになるが、朔望月については、約0.06日(約一時間半)の誤差を生じただけだったことになる。

II.3 宣明暦の日食予報についてのエピソード

平安時代の日記「中右記」の、嘉承元年(1106年)の十二月朔日の条に、当時の日食予報の時刻の誤差をうかがわせる記事がある(「中右記」(三)、「増補・史料集成」11、京都、臨川書店、1965、p.153)。そこには、次のようなことが書かれている。当日の未の刻に微かな日食があるはずだ、ということが晴道から報告されたが、宿禰家の僧である明算、深算たちは、それは

ないはずだ、ということ報告し、それぞれ議論していたが、結局日食はなかった。陰陽助である家来は次のように言った。近代（最近）は日食が、必ず予測された時刻よりも後れている。きつと申す¹⁶刻になるのではないが、太陽がすでに申の刻に没した頃になると、恐らく西山に没した後に日食があるのではないが、……と。

ここで議論されているように、日食の予報時刻よりも実際の日食が遅れ気味だった理由は何だろうか。回帰年の誤差は、日食の時刻には直接には影響しない。朔望月の誤差は、直接影響するが、宣明暦の朔望月の長さは過大であるから、予報時刻は実際よりも遅れていく（つまり、実際の日食の方が早くなる）はずである。

予報時刻の方が早すぎた原因として、まず考えられるのは、中国と日本の時差である。宣明暦が長安（東経108°56'）を基準としていたとすれば、京都（東経135°44'）との間に約1.8時間の時差があり、これをそのまま日本で用いれば、予報時刻は時差の分だけ早すぎることになるのである（ただし、現実の日食では、場所によって実際に見える時刻が異なるから、予報と実際の差が全く時差に等しいというわけではない）。

史料に「近代」とあることに惑わされて、回帰年や朔望月の誤差が累積して予報時刻がずれていった、と早合点してはいけな。朔望月が過大であったことは、むしろ時差を打ち消す方向に働いていった、というのが事実である。これは、一種の偶然による怪我の功名と言ふべきであろう。

11.4 宣明暦と太陽の近地点

先に、回帰年の誤差は、日食の時刻には直接には影響しないと述べたが、間接的には影響がある。この点について、太陽の近地点の問題と関連させて考えてみたい。

現代天文学によれば、地球も月も楕円軌道を描いており、このため一周する間にスピードの変化がある。このことによる、位置の平均からのずれを、中心差という。地球の場合、ほぼ冬至のころに、太陽に最も近くなり（スピードも最も速くなり）、太陽に最も近くなるところを近日点という。これは、地球を中心として天動説的に言えば、太陽の近地点ということになる。以下では、便宜上、天動説的な言い方をする。

太陽の位置を、黄道（地球上の太陽の経路）にそって、春分点を起点として太陽が進む方向に向かって測る黄経で表すとして、太陽の平均黄経を L 、真黄経を λ 、太陽の軌道（本当は地球の軌道）の離心率を e 、太陽の近地点黄経を P とすれば、離心率の1次の項まで取れば、

$$\lambda \approx L + 2e \sin(L - P) \quad \dots\dots\dots (5)$$

となる。ここで、 $\lambda - L \approx 2e \sin(L - P)$ が中心差ということになる。上の式は、角度をラジアンで表した場合のものであるから、角度を「度」で表すとすれば、

$$\lambda \approx L + \frac{360}{\pi} e \sin(L - P) \quad \dots\dots\dots (6)$$

となる。

さて、宣明暦では、太陽の近地点は冬至点に一致している。しかし、現実には、宣明暦が作成された9世紀初頃には、太陽の近地点は冬至点よりも7°あまり手前にあり（近地点黄経が263°たらずであり）、近地点は順行（太陽が進むのと同じ方向に進むこと）して、13世紀の中頃に冬至点と一致し（近地点黄経がほぼ270°であり）、さらに、日本で宣明暦が廃止された17世紀末には、冬至点よりも7°あまり先に進んでいた（近地点黄経が277°あまりであった）。したがって、宣明暦は、太陽の中心差に関しては、制定後、4世紀あまりの間、徐々に誤差が減少し、さらにその後4世紀あまりの間、制定時と同程度の誤差が生じていっただけ、ということになる。これは、偶然であるが、宣明暦にとっては幸運なことであった。

さて、ここで、宣明暦の回帰年の長さが過大であったことについて考えてみたい。これは、誤差が蓄積すれば、実際の太陽の黄経よりも、暦の上での黄経が小さくなっていくことに相当する。そうすると、暦の上で太陽の近地点が冬至点に固定されていても、計算上では上の式の $(L - P)$ に相当する値が減少し、近地点がやや先に進むのと同じ効果を生み出す。このことは、真の近地点が冬至点の手前にあった時は、誤差を増大させたが、近地点が冬至点を通過した後は、誤差を打ち消す方向に働いたことになる。これも、一種の怪我の功名だったと言える。

以上のように、宣明暦には、いくつもの怪我の功名が重なっており、そのため、日本で823年もの長期間使用されても、なんとか持ちこたえたとも言えるのである。

ちなみに、以下に言及する授時暦も、太陽の近地点は冬至点に一致するとしているが、授時暦が制定された時には両者はほぼ一致していたので、これは妥当なものであった。

III. ヨーロッパ天文学の伝来

1543年に種子島に漂着したポルトガル人によって鉄砲が伝来してまもなく、1549年にイエズス会のフランシスコ・ザビエルが来日し、カトリック教を伝えた。その後、イエズス会によって、日本人司祭養成機関としてコレジオが作られ、そこで天文学も教えられ、ペドロ・ゴメス神父がラテン語で著した『コンベンチウム（要綱）』（1593）が教科書として用いられた。その第一部が「天球論」で、アリストテレス・プラトレス・イオオの宇宙論が述べられている。この「天球論」の日本語訳に基づいて著されたと考えられているのが、小林謙貞(1601-1683)の『二儀略説』である。ここで伝えられたのは、天動説であるが、地球が丸い、ということが伝えられたことに注意しておきたい。

また、これと同様の系統に属すると思われるものとして、浪野忠庵が訳し、向井玄松（元

升) が弁説 (批判) をつけたものとされる『乾坤弁説』(1659序) がある。

さらに、上記のような理論的な宇宙論のほかに、航海術のための実用的な天文学も伝えられ、それを記した、池田好運の『元和航海書』(1618序) がある。

以上のような史料については、以下の文献を参照されたい。

『二儀略説』(広瀬秀雄の校訂による活字版が『近世科学思想・下』(日本思想体系・63)、岩波書店、1971、に収録され；また、『二儀略説』などの写本や、ゴメスによるラテン語の原文の写本の影印は、上智大学キリシタン文庫監修・編集：Compendium catholice veritatis, (全3巻)、大空社、1997、という豪華本に収録され；さらに、『二儀略説』の新しい活字版や、ゴメスによるラテン語の『天球論』の日本語訳などが、尾原福徳著・イエズス会日本コレジオの講義要綱Ⅱ(キリシタン文学叢書・キリシタン研究第34輯)、教文館、1997、に収録されている)。

『乾坤弁説』(『文明源流叢書』第二、国書刊行会、1914、所収)。

『元和航海書』(三枝博音編纂『日本科学古典全書』第十二巻、朝日新聞社、1943、所収)。

これらの他に、江戸時代の鎖国の網をくぐって、中国の遊藝(遊子六)の『天経或問』というヨーロッパ天文学について書いた概説書が1670年代頃に輸入されており、比較的良好であった、ということが重要である。

IV. 授時暦とその消長法

元王朝の時に郭守敬(くしうけい)たちによって作られた授時暦(中国で1281年から施行)は、非常にすぐれた暦法で、1回帰年の長さを365.2425日としているなど、精密なものであった。

この授時暦では、「消長法」という興味深い方法が使用されている。これは、暦元から百年さかのぼるごとに、その時から暦元までの回帰年の長さの平均値が0.0001日ずつ増加し、暦元から百年くだるごとに、暦元からその時までの回帰年の長さの平均値が0.0001日ずつ減少する、というものである。つまり、1回帰年の長さは百年ごとに0.0002日ずつ減少していく、というものである。

実は、現代天文学によれば、回帰年の長さは本当に減少しているが、その値は、百年あたり約0.00000614日、という微小なもので、これが当時の中国の観測にかかったとは考えられないので、「消長法」とは直接には無関係と考えてよい。

もう一つ検討すべきこととして、太陽の中心差の影響がある。太陽の近地点は徐々に順行しているが、授時暦が制定された頃には、冬至点とはほぼ一致しており、その影響で真太陽の冬至から冬至までの間隔は漸大(約365.2428日)になっており、平均太陽に基づく回帰年よ

りも若干長かった。そうすると、見かけ上の1年の長さは、授時暦以降は減少していくから、少なくとも定性的にはよいとしても、授時暦以前には徐々に増加してきたわけであるから、「消長法」と逆になる。したがって、このような見かけ上の1年の長さの変化が「消長法」の起源とは考えにくい。

どうやら、授時暦の「消長法」は、古代中国の正確なデータに惑わされた錯覚、というのが真相のようである。また、この「消長法」の値はかなり大きいので、そのまま長年使用すれば、回帰年の値が真の値よりも短くなってしまいう。実際、授時暦をほぼそのまま受け継いだ明の大統暦では、「消長法」は廃止している。

なお、「消長法」について、次のようなすぐれた論文がある。

中山茂「消長法の研究」(I)『科学史研究』No.66, 1963, pp.68-84, (II)『同』No.67, 1963, pp.128-130, (III)『同』No.69, 1964, pp.8-17。

授時暦は、日本で実際に施行されたことはないが、江戸時代にかなり研究されており、浪川春海の他に、高名な和算家である関孝和や、その高弟である建部賢弘も授時暦の研究書を残している。特に、建部賢弘のものは、日本語による非常にすぐれた注釈書である。

V. 貞享改暦

V.1 貞享改暦の概略

浪川春海(1639～1715)は、松田順承や岡野井玄貞から暦学を学び、授時暦などに精通していた。なお、岡野井玄貞は、朝鮮通信使に随行してきた蔡山(さいざん)という人と1643年に討論し、暦学の秘奥を学んだという。この頃、朝鮮では、天文学・暦学のレベルがかなり高かった。

なお、この当時、すでに禁書令が出ており、キリスト教に関係のある書物は輸入できなかったが、中国の遊藝(遊子六)の『天経或問』は輸入されており、そこにはヨーロッパ天文学が概説的に述べられていた。浪川春海は、これも参考にしていて。

さて、浪川春海は、最初は授時暦に改暦すべきだと考えており、1673年に、宣明暦はすでに誤差を生じているので、授時暦に改暦してほしい、という請願を朝廷に対して行っている。ところが、1675年には授時暦では日食の予報に失敗し、かえって宣明暦が予報に成功する、ということが起こって、浪川春海は挫折してしまう。しかし、これがかえって幸いであった。

そこで、浪川春海は、独自の研究を行い、ついに1683年に、「大和暦」という自作の暦に改暦しようとしたのである。ちょうどこの1683年に、宣明暦が予報した月食が実際には起こらない、という事件があり、改暦の機運が高まった。

しかし、1684年には、保守的な人々によって、中国の明王朝の大統暦に改暦することに決

まっています。そこで、渋川春海は政治力を発揮し、同年中に自分の暦を用いるように、決定をくつがえしてしまつた。そして、かれの大和暦は「貞享暦」と呼ばれることになった。このようにして、日本人の手になる最初の暦法である「貞享暦」が、貞享二年(1685年)から施行されることになったのである。

その時までには、日本の天文学・暦法は、京都の陰陽頭が統括してきたが、渋川春海の功績により、江戸幕府には「天文方」という役職が新設され、渋川春海は初代の天文方に任命された。

なお、渋川春海の宇宙観については、

中山茂校注『天文彙編・巻之一』(近世科学思想・下)(日本思想体系・63)、岩波書店、1971、所収)

などを参照するとよい。

VI.2 貞享暦と消長法

貞享暦では、回帰年の日数(「歳周」)を、365241696日としている[図2の12~13行目]。授時暦の暦元1281年から貞享暦の暦元1684年まで403年たっているから、授時暦の消長法を、元来の百年ごとではなく一年ごとに適用すれば、365241694日となつて、貞享暦の値と1年分相違するが、貞享暦の値は、授時暦の値に消長法を適用したものの、と見なしてよいであろう。

貞享暦の値	授時暦の値	消長法の適用
365241696	365241694	1年分相違
...	...	...

図2 「貞享暦」巻四、一丁表~二丁表五行目
(和算研究所、下平文庫032)

さて、貞享暦の回帰年は、実際より短すぎるが、渋川春海は、そのことに観測によって気づかなかつたのであろうか。【貞享暦】には、数年分の冬至や夏至の観測記録が掲載されているが、それらの中で、貞享暦の施行の前年にあたる貞享元年(1684年)の冬至観測の記録を、貞享暦の推算値と比較してみよう。

まず、貞享暦で冬至の干支と時刻を推算する方法は、「推天正冬至」の項目に記載されている[図2の最後の5行]。その「推天正冬至」の間に、天文定数が列挙されているが、ここでは、1日を10000分、1分を100秒とする単位を用い、「気応」(76900分)が、暦元である貞享元年の直前の冬至の干支と時刻を表している。つまり、干支番号は7(辛未)、時刻は0.69日ということである。そして、「推天正冬至」の最初の行の割注で示されているように、暦元からの「歳実」(1回帰年の長さ)の平均値には、過去には1年ごとに1秒ずつ増やし、未来には1年ごとに1秒ずつ減らす、という消長法が適用される。さて、貞享元年の冬至を求めるには、消長法を適用した1年分の「歳実」(3652416.95分)(これは、天文定数のところで「歳実」として与えられている「365万2416分96秒」は、貞享元年の直前の冬至を基準とする値であるから、その時から貞享元年の冬至までについては、消長法によってそれから1秒を減らした値を用いることになったものである)に「気応」を加え、60万の倍数を除去して、12931695分が得られるので、干支番号は12(丙子)、時刻は0.931695日となる。なお、この時の丙子の日は、十一月十四日であった。

次に、実際の冬至の観測記録を見よう[図3の3~5行目]。ここには、貞享元年の十一月の、京都の梅小路における観測記録が記載されている。まず、正午の「表」の影の長さは、

貞享元年十一月	観測記録
...	...

図3 「貞享暦」巻一、七丁表~七丁裏

十一月十二日、1丈2尺9寸5分半〔半〕は $\frac{1}{2}$ 、

十一月十三日、1丈2尺9寸6分、

十一月十六日、1丈2尺9寸5分太〔太〕は $\frac{3}{4}$ 、

というデータが示されている。これから、中国の南北朝の祖冲之の方法によって、冬至の時刻が決定されるのである。それぞれ、正午の観測であるから、時刻を0.5日として、12.5日と13.5日の間で、影の長さが1丈2尺9寸5分 $\frac{3}{4}$ となる時刻を比例配分(1次補間)で求めると、13.0日となる。これと16.5日との中点を求めると、14.75日(丙子の日で、時刻は0.75日)となり、これが冬至の時刻となる。ここで、原文では時刻が「酉正初刻」[図3の6行目]となっているが、これは、当時は午前0時を中心とする2時間を「子」として、順次十二支を割り振り、その2時間の前半を「初」、後半を「正」と呼び、それぞれの1時間の間を、最初から、百分の一日(44分)ごとに、「初刻、一刻、二刻、三刻、四刻」としたものである。これだけ見ると、貞享暦の推算値(14.93日)よりも早い。【貞享暦】には、このほかに5種類の、もう少し冬至をはさむ日数を大きくとったデータがあり、それらは、いずれも結果は翌日(丁丑)の約15.17日、約15.18日、約15.15日、約15.09日、15.00日であり、これらを平均すると、約15.06日となる。それぞれのデータのばらつきが大きいので、確たることは言いにくい。【貞享暦】の推算値よりも、実測された冬至のほうがやや遅かった、ということも可能であろう。実は、貞享暦の時代には、太陽の近地点が冬至点には一致していなかった。影の長さの変化は冬至の前後で対称ではなく、祖冲之の方法を単純に適用すると誤差が出るが、渋川春海は、その点は考慮していない。なお、現代の天文ソフトによって計算すると、その時の冬至は、1684年12月21日5時ごろ(旧暦の15.2日ごろ)となる。したがって、実測値のほうが夏の冬至に近かったことになる。

さて、渋川春海は、「冬至は多く後れ、夏至は多く先んず」と述べている[図4の後から3~2行目]。これを見ると、春海は、冬至の実測値が推算値よりも遅いことが多いことに気づいていたことになる。それでは、春海は、消長法に疑問を持たなかったのであろうか。この問題について、次項で太陽の近地点の問題と関連させて考えてみたい。

ちなみに、図4に、「表」の図と「景符」の図が載っているが、「表」は、太陽の南中時の影を作るための垂直の棒で、これに影の長さを測定するための目盛のついた「圭」が水平に北側についている。これで太陽の影を普通に測ろうとすると、影の境界がぼやけて、正確に測れないので、銅の板の中央に小さな穴をあけた「景符」を影の先端がおちる「圭」の面の少し斜め上(太陽と「表」の先端を結ぶ線上)に置き、太陽光線をその穴を通して、「圭」の面に円盤状の太陽の像がくつきりと映るようにして、影の長さを正確に測定しようとするものである。これは、授時暦を作った郭守敬たちが用いた方法を踏襲したものである。

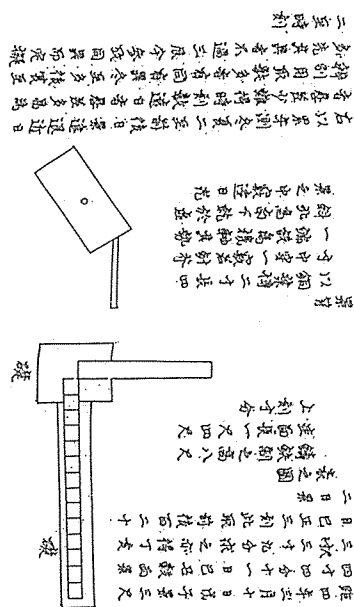


図4 【貞享暦】巻一、十五丁表~十六丁表一行目

なお、当時の時刻制度については、

橋本万平『日本の時刻制度』、桐書房、1966、増補版、1978、

を参考にするとい。

VI.3 貞享暦と太陽の近地点

授時暦では、太陽の近地点は冬至点に一致するとされていたが、ヨーロッパ天文学について述べた「天経或問」では近地点は冬至点から6°先にあるとされており、渋川春海はこれによって近地点の移動を知ったと考えられる。【貞享暦】には、「百端」のところに、太陽の位置は「箕三度有奇」とあり[図5の下段の7行目]、「百行益端」のところに、太陽の近地点は「斗宿初」とある[図5の下段の13行目]。【貞享暦】では、箕宿の赤道宿度(赤道にそって測った広さ)を十度四十分(ここでは一度が百分)、黄道宿度を九度五十八分としているので[図5の上段の「今所測」の項目に記されているのは、赤道宿度である]、黄道宿度を用いれば、冬至点から近地点までは六度あまり、ということになる。そして、貞享暦の実際の計算では、この間隔を六度四十四分半としている。なお、「天経或問」では、全周を360°とするヨーロッパ式の度数を用いているが、貞享暦では、太陽が天球上を平均して一日に進む度数を一度とする、という中国式の度数を用いているので、貞享暦の六度四十四分半は、ヨーロッパ式に言えば、約6.35°となる。

さて、授時暦の消長法では、授時暦の時代から約400年たった貞享暦の時代まで、消長法を使わない場合よりも、冬至などが約0.16日(約3.8時間)早くなることになる。

[illegible]

図5 「貞享暦」巻一、二十八丁表～三十丁表

為其有阻礙方其所而欲者宜從清酌之
 與本邑得之一區則而距所審不遠無待
 差送者以月食酌據以日度竹在安寧縣
 後以本邑相距近於本邑精明酌驗交
 受後即行現今因使會六年以三月內
 驅逐二區者四度而食既則推收從今日
 行風議
 日月之出入於地也一晷一動一閃大覺
 求其盈縮據此四度者不同者於晷值子信
 接候合然如時晷數行有入軌度盈損益
 得其正晷當令至晷數盈度至晷數今
 以斗室初為晷以廿四度為晷據按廿
 二度六分五毫各用當時晷鐘至晷鐘
 盈減減法用受晷者如此以其晷鐘至晷
 一歲差中或受晷者兩月入一月而者二
 晷此則不宜於此以教者晷鐘之
 晷此則不宜於此以教者晷鐘之
 有以人此晷者吾人不以度歲而用性
 月行遲速
 方所皆月行度十三度十九分之三度
 為以或以月行度廿度月行度之度數

一方、貞享暦の時代には、冬至の時には、太陽は近地点よりも約7°手前にあったので、中心差の影響で、冬至の時刻は中心差がない場合よりも遅れることになる。この時の中心差の影響を求めると、『理科年表』2005年版によれば地球の離心率は0.0167であるが、貞享の頃には現在よりも離心率が若干大きかったので、約0.017として概算すると、太陽の近地点距離は約-7°の時の中心差は約-0.24°となり、冬至の時刻は、約0.23日(約5時間半)遅れることと

で夏至の観測値が早まるほうが大きいことになる。

淡川春海は、冬至や夏至の観測値に中心差が影響することを知っていたので、暦の上の冬至や夏至が中心差の影響を除いた「常気」のものであるとすれば、観測値が「冬至は多く後れ、夏至は多く先ず」というのは、おそらく当然だと考えており、消長法が妥当かどうかということは、その陰にかかれて検知できなかったであろうと考えられる。

V1.4 貞享暦と里差

貞享暦の最大の特徴は、なんとと言っても「里差」の採用である。これは、経度の違いによる時差に相当するものであって、それまでは、これを考慮せずに中国の曆法を使っていたために、日本では曆と実際の時刻がずれてしまうことは避けられなかったのである。「貞享暦」の「里差」にも述べられているように「図6の2行目」の概念は、元王朝の耶律楚材に「始まる。その内容については、『元史』(巻志・五)に収録されている耶律楚材の「庚午元暦・上」の「月離」の項目から、窺うことができる。さて、「貞享暦」には、同じ日食の時刻が中国と日本で異なる理由が「里差」によることが明確に述べられている。また、武江(江戸)と南部(今の岩手県盛岡付近)や津軽(今の青森県西部)までの距離とそれらの間の「北極出地」(天の北極の高度)の差に基いて、南北の距離約30里が北極出地の差一度に相当するとして、地球の周囲を約11000里($\approx 30 \times 365.25$)、地球の直径を約3500里($\approx 11000 \div \pi$)としていることも興味深い【図6の10～17行目】。なおここで、「北極出地」は、現在の北緯に相当し、その単位は、全周を360°ではなくて恒星年の日数(約365.25日)に等しく取る中国式の「度」によって表されている。地球が丸い、ということは、日本にはイエヌ会などによって、すでに伝えられていたが、上記の「貞享暦」の記述によって、日本の公的文献に地球が丸いことが明確に記されたことになる。

貞享曆には、実際の「里差」の値が記されている〔図7の寛文六年の条のそれぞれの曆法についての項目の割注〕。いずれも、中国の都市と日本の京都の間の時差に相当し、1日を100刻としている。なお、図7の4行目の割注に「里差九七刻」とあるが、九と枠で囲まれていて、その上の欄外に「凡」と書かれているのは、「九」は誤記で、「凡」と訂正し、ここは「里差凡七刻」とすべきであることを示している。ここに示している「貞享曆」は写本であるから、このような誤記の訂正などもあるのである。さて、貞享曆に記された実際の「里差」の値は、次の通りである。

宣明暦が作成された長安から、七刻、授時暦が作成された北京から、五刻、

図6 「貞享暦」巻一、三十三丁裏十二行目～三十四丁裏八行目

なお、試みに、北京(東経 $116^{\circ}17'$)と京都($135^{\circ}44'$)の時差を計算してみると、両者の

このように明確な値が求められたのは、浪川春海が、ヨーロッパ文学を紹介した『天経或問』などによって、地球が球形であるという考え方を理解し、中国で宣教師たちが作つたたて世界地図などを参考にして中国と日本の位置関係を把握していったからである。

貞享暦が施行されたあと、徳川吉宗は、ヨーロッパ天文学の知識も取り入れて改暦しようとしたが、志半ばで没し、その後、京都の陰陽頭であった土御門泰祐たちによって作られた享保暦が1755年から施行された。しかし、これは貞享暦を手直した程度のものにすぎなかった。

そこで、森清は再度の改暦をすべく、大阪で民間天文学者として独自の研究を行なっていた萩田剛立の弟弟であった高橋至時と間重富（まへふゆ）を採用して、高橋至時は天文方となり、町人であった間重富も、天文方にはならなかったが、それに準ずる待遇で迎えられた。そして、高

图7 「貞享曆」卷二，十丁表二行目～十一丁裏表

橋至時たちによって、イエス会の宣教師たちが中国で編集した天文書などに基づいて「寛政曆」が作成され、1798年から施行された。

高橋[西洋人]は、さらにフランス人天文学者ウラントの天文書のオランダ語訳を識解^解し、至時は「西洋人ウラントの暦書管見」というノートを書いた。至時の没後も、次男の浪川景佐^{景佐}がヨーロッパ天文学の研究を続け、景佐の手によって、日本最後の旧暦「天保暦」が作成され、1844年から施行された。なお、景佐の姓が「高橋」でないのは、浪川家の養子になったためである。

このように、麻田剛立の専門の業績が、江戸時代後期の曆法史において大きな役割を果たしている。麻田剛立については、次のような研究書や資料集が出版されている。

渡辺敏夫『近世日本科学史と麻田剛立』，雄山閣，1983。

大分県立資料館『麻田剛立資料集』(大分県先哲叢書), 大分県教育委員会, 1999。

末中・宮島・鹿毛『麻田剛立』(大分県先哲叢書・評伝シリーズ), 大分県教育委員会,

2000.

また、高橋至時と間重富の往復書簡については、『星学手簡』の全文を2編の論文の中で活字化したものとして、

第11、12、13号に連載されたものの再録。有坂肇道編『日本洋学史の研究Ⅴ』、大蔵、有坂肇道「寛政期における麻田流天文学者の活動をめぐって」(1955年に「ヒストリア」創刊元。1979、pp.205-302。および有坂肇道「享和期における麻田流天文学者の活動を

めぐって — 「星学手簡」の紹介 —, 有坂隆道編『日本洋学史の研究』(のちにこれは第1巻と見なされる), 大坂, 創元社, 1968, pp.159-330,

があり, また, 「星学手簡」の抄録に解説をつけたものとして,

広瀬秀雄校注「星学手簡・抄」(『近世科学思想・下』(日本思想体系・63), 岩波書店, 1971, 所収)

を参照するとよく, また, 高橋至時のノートについては,

中山茂校注「ラランデ曆書管見(抄)」(『洋学・下』(日本思想体系・65), 岩波書店, 1972, 所収)

を参照するとよい。

さらに, 高橋至時の没後200年を記念して2004年に行われたシンポジウムの集録が, 次のような特集として刊行されており, ラランデについても詳しく論じられている。

「特集: 西洋精密科学受容の先人たち」, 『天文月報』, 2005, Vol.98, No.5, pp.288-326.

No.6, pp.353-398.

また, 間重富については,

渡辺敏夫「天文曆学史上における間重富とその一家」, 山口書店, 1943

がある。

なお, 高橋至時の高弟であった伊能忠敬については多くの研究書があるが,

大谷亮吉「伊能忠敬」, 岩波書店, 1917 (のちの再刊もある)

が白眉である。

謝 辞

本稿で使用した原典史料について, 「宣明曆」(請求番号1005/301/7) については慶應義塾大学図書館(三田メディアセンター)(2005年10月4日付け掲載許可済み), そして, 「貞享曆」(下平文庫032) については和算研究所(利用にあたって, 佐藤健一理事長および山司勝紀氏のお世話になった)に所蔵されているものを利用していただいた。関係各位に謝意を表する。また, 本稿の執筆中に, 資料などの点で, 藤井康生氏, 横塚啓之氏のお世話になったことを感謝する。

文献案内

日本天文学史・曆法史の全般を概観するには,

広瀬秀雄「日本人の天文観」(NHKブックス), 日本放送出版協会, 1972.

中山茂「日本の天文学」(岩波新書), 岩波書店, 1972.

内田正男「曆の語る日本の歴史」(そして文庫), そして, 1978, などがわかりやすい。

さらに本格的には,

日本学士院「明治前・日本天文学史」, 日本学術振興会, 1960,

渡辺敏夫「近世日本天文学史」(上—通史—)(下—観測技術史—), 恒星社厚生閣,

1986~1987,

Nakayama, Shigeru *A History of Japanese Astronomy*, Cambridge・Massachusetts,

Harvard University Press, 1969,

などがあり, 特に, 渡辺敏夫「近世日本天文学史」は原典史料を駆使した詳細なもので, 今後の日本天文学史・曆法史の研究の出発点とすべきものである。

日本曆法史の原典史料については, 現在は幸いにして,

「日本科学技術古典籍資料/天文学篇」[1]~, 科学書院, 2000~,

が, 全5冊の予定のところ, 4冊まで刊行されており, 既刊分にすでに貞享暦から天保暦までの基本史料が網羅されている。(なお, 本書に収録されている「貞享暦」と, 本稿で示した「貞享暦」は, 別の写本であるから, 丁付けは異なっている。)

また, 曆法史の周辺の天文学史の原典史料については,

「天文・物理学家の自然観」(三枝博音編集「日本哲学全書」第八巻), 第一書房,

1936,

「天文・物理学家の自然観(二)・儒学家の自然観」(三枝博音編集「日本哲学全書」第九巻), 第一書房, 1936,

九巻), 第一書房, 1936,

広瀬・中山・大塚校注「近世科学思想・下」(『日本思想体系』63), 岩波書店, 1971,

広瀬・中山・小川校注「洋学・下」(『日本思想体系』65), 岩波書店, 1972,

などに収録されている。

さて, 貞享暦などの原典を研究しようとするには, その前に, もう少し簡単な中国古代の曆法書を日本語訳とともに読んで, 曆法書の漢文に慣れておくといよい。中国古代の曆法書は代々の正史に収録されており, それらの中で, 日本語訳が存在するのは, 「史記」, 「漢書」, 「後漢書」のものであるが, 「史記」の日本語訳については,

野口・近藤・頼・吉田訳「史記」, 全三冊, (『中国古典文学大系』10~12), 平凡社,

1968~1971 (のちの再刊もある),

があり, 吉田光邦訳「歴書」が上巻に収録されているが, 曆法計算の詳細についてはあまり書かれていない。漢王朝の「三統曆」の詳細が書かれた「漢書・律曆志」の日本語訳については,

橋本敏造・川勝義雄訳「漢書律曆志」(載内清編「中国の科学」(世界の名著・続1),

中央公論社, 1975 (のちの再刊もある)), 所収),

があり, 中国の曆法についての詳細な解説もつけられている。しかし, 「漢書・律曆志」は当時の神秘思想によって粉飾されていて, わかりにくいところもあるので, 本書のほかに, これに続く後漢時代の「後漢四分曆」を明快に記述した「後漢書・律曆志」の原文・訓読文・日本語訳を収録した,

渡邊義浩・小林春樹編「全訳後漢書・第三冊・志(一)・律曆」, 汲古書院, 2004,

も参照して, 曆法書の漢文に徐々に慣れていくのが早道であろうと思われる。

なお, 曆法史を研究するには, 現代の古典天文学 (特に球面天文学) に習熟していることが望ましいが, そのためには, まず,

内田正男「こよみと天文・今昔」(理科年表読本), 丸善, 1981,

青木信仰「時と曆」, 東京大学出版会, 1982,

などによって, 曆法と古典天文学の関係を概観したうえで,

渡辺敏夫「数理天文学」, 恒星社厚生閣, 増訂新版, 1959,

長谷川一郎「天文計算入門」, 恒星社厚生閣, 1978,

長沢工「天体の位置計算」地人書館, 増補版, 1985,

などを参考にするといよい。

(2005年10月13日受理)

SŪGAKUSHI KENKYŪ

JOURNAL OF HISTORY OF MATHEMATICS, JAPAN

No.185

April-June, 2005

CONTENTS

SPECIAL ISSUE : Invitation to the study of "Wasan"

NAGAI Hiroyuki : Some useful suggestions for beginners on Wasan	1
NAKAMURA Yukio : Digression of Scientific or Mathematical History in Japan — Introduction of Published Materials —	4
TANAKA Hideaki : A New Approach to Taking pictures of SANGAKU	13
ŌTAKE Shigeo : To Write The Biography of Specialists in Wasan	18
MATSUMOTO Toshio : About What I think while studying the History old Japanese Mathematics	22
TANAKA Mitsuru : Memories or Impressions in Studying "Wasan"	25
TAKENOUCHI Osamu : Another Approach to Customary Interpretation	29
KITAHARA Isao : Kanshinko-sanpen and Inversion	32

LECTURE

ŌHASHI Yukio : An Invitation to the history of calendars in Japan, with special reference to the <i>Seiryō</i> calendar and the <i>Jyōkyō</i> calendar	43
--	----

MATERIALS

YOKOTSUKA Hiroyuki : Facsimile reprint of the <i>Kohai-Seisyaku-shū</i> , Vol.2	64
YASUTOMI Yukou : Four Sangaku (phase of mathematics) confirmed newly	78

ACADEMIC CIRCLES

ARASHI Toshio : The Activity of the Kanagawa Wasan Research Institution	83
---	----

LOUNGE

YOKOTSUKA Hiroyuki : Supplement to "On the <i>Kohai-Seisyaku-shū</i> Vol.2 regarded as the work of Kaihiro Takebe"	85
--	----

Postscript by the Editor	88
--------------------------------	----

Edited and Published by

The History of Mathematics Society of Japan

数学史研究 (通巻185号) 2005年12月25日

定価 2500円 (本体 2381円)