

連載

江戸時代の天文学【13】

江戸幕府の天文学(その 11)

嘉数 次人 (大阪市立科学館)

1. 天文方の仕事の完成へ

前回は、天文方・高橋景保(かげやす)の業績を中心に紹介しました。西洋天文学を直接導入する道を切り開いた高橋至時(よしとき)の後を継いだ景保は、ラランド天文書翻訳に従事し、また伊能忠敬の測量事業を監督するなどの大きな仕事を担いました。しかし、ラランド天文書の焼失や、外国文書翻訳業務の多忙化、オランダ語学習の壁などの条件が重なったために、天文学関係の研究は必ずしも順調に進んだとはいえない状態でした。

その中で、景保をサポートしながら、天文学研究に打ち込んだ人物が渋川景佑(かげすけ)です。今回は、渋川景佑の業績を中心に、幕末の天文方の様子を見ていきましょう。

2. 渋川景佑

渋川景佑は、高橋至時の次男として1787(天明7年)に大阪で生まれました。初めは善助と称し、字は子申、滄洲と号しました。1808(文化5年)に天文方渋川正陽の養子となり、翌年に後を継いで天文方となり、助左衛門と称しました。天文方渋川家は、日本初の国産暦を作成した渋川春海の家系で、天文方としては最も由緒ある家でした。

景佑は、若い頃から天文方の業務を手伝い、1805~1806(文化2~3年)に行なわれた伊能忠敬の中国地方測量にも参加しています。天文方に就任した後は、実兄の高橋景保と協力して、天文方の業務を推し進めていきました。中でも、景保は蛮書和解御用や伊能測量隊の監督など幅広い業務に携わったことから、景佑が暦学研究の中心的役割を果たすことになります。

3. ラランド天文書翻訳事業

ラランド天文書の翻訳事業は、間重富や馬場貞由が中心となり全訳を目指していましたが、1813(文化10年)年に高橋景保の役宅が火事に遭い、ラランド天文書も焼失してしまったため、事業も中断せざるを得なくなります。

そんな中、監督役であった高橋景保はラランド研究の方針を転換し、1815(文化12年)に渋川景佑と足立信頭(1769~1845、麻田剛立の弟子で後年天文方に就任)に対して、高橋至時の『ラランデ暦書管見』の取調を命じ、至時の研究のまとめに従事させます。

この調査は1826(文政9年)年に完成し、『新巧暦書』と名づけて1836(天保7年)年に幕府に上呈されました(図1)。「新巧暦書」は、間重富が当初計画していたラランド天文書の全訳とは異なり、太陽、月、五星の位置計算法、日月食の予報計算法を掲載した、伝統的な暦書スタイルをもった書物となりましたが、それまでの暦書とは異なり西洋天文学を直接導入して作成されているのが特徴です。

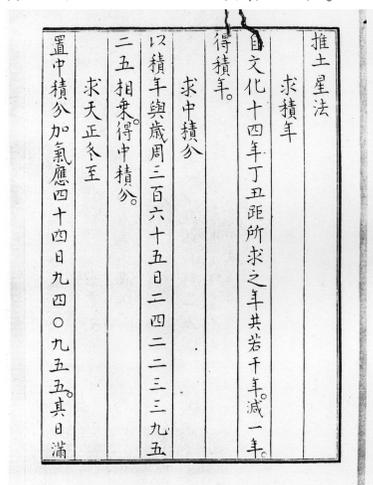


図1 『新巧暦書』

4. 五星法の完成

高橋至時が力を入れていた五星法研究は、1803(享和 3)年に執筆した『新修五星法』第二稿において、チコ・ブラーエの天の体系に基づき、五星に楕円軌道論を適用したことで、ほとんど完成の域に達していました。そこで渋川景佑は、至時の稿本を整理して新たに『新修五星法』10冊としてまとめ、1822(文政 5)年に幕府に献上します。幕府はそれを受けて、『新修五星法』に基づいた新しい五星法を編集し、寛政暦の五星法として採用しました。これにより、寛政暦法は、太陽・月・惑星の全てに楕円軌道が適用され、チコ・ブラーエの体系に基づいた法に統一され、至時以来の課題であった寛政暦の不備が解消したのです。

またこの五星法は、後年施行された天保暦の五星法としても継続採用され、明治 5 年まで使われることになりました。

5. 『寛政暦書』の編集

高橋至時と間重富が中心となって作成した寛政暦法は、その暦計算法が『暦法新書』としてまとめられました。また、新暦法を採用する際は、暦法書と同時に、暦法の理論(暦理と呼ばれました)を解説した書物も作成することになっていましたが、至時は寛政暦の暦理書を完成させる前に亡くなってしまいます。その後、間重富や高橋景保らも完成させることができず、継続課題のまま年月が過ぎていきます。

そこで、業を煮やした幕府は、1939(天保 10)年に渋川景佑に対して寛政暦の暦理をまとめるように命じます。そして 1844(弘化元)年に出来上がったのが『寛政暦書』35 巻です(図 2)。この本は、寛政暦で採用された太陽・月・日月食・消長法などの理論解説を掲載したほか、使用した観測機器の図や解説、過去の天体観測記録と計算値との比較なども併せ

てまとめたもので、総数約 2,000 ページ。渋川景佑をはじめ同僚の天文方であった足立信頭、吉田秀升、山路諧考も加わって、まさに天文方が総力をあげて取り組んだ労作です。

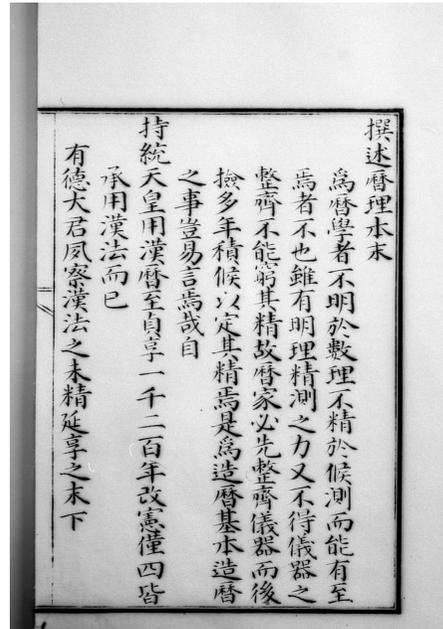


図 2 『寛政暦書』

6. 天保の改暦

このように、天文方は『新修五星法』、『新巧暦書』を完成させ、高橋至時が遺した課題をまとめ上げました。また同僚の天文方山路諧考は、1837(天保 8)年にオランダ人ペイボ・ステーンストラの著書”Grondbeginsels der Sterrekunde”を翻訳してまとめた暦書『西暦新編』10冊を幕府に献上し、西洋天文学書の研究は完成の域に達してきました。さらに、『寛政暦書』編集も渋川景佑の参画により完成するメドが立つ状況となりました。これを見届けた幕府はついに改暦事業に乗り出し、1841(天保 12)年に『新巧暦書』、『西暦新編』に基づいて改暦を行なうように命じます。

そこで、新暦法をまとめた『暦法新書』を

編纂し、朝廷との改暦手続きのため渋川景佑と足立信頭が京都に行き、朝廷に献上、改暦宣下が行なわれ、1844(天保 15)年から日本最後の太陰太陽暦である天保暦が施行されたのです。

天保暦は、『新巧暦書』をベースに作成されていますが、五星法だけは適用せず、既に1838(天保 9)年頃に寛政暦の改訂五星法として採用されている法を継続して用いることになりました。

7. 幕末の天文方の実力

天保改暦以後の渋川景佑は、精力的に自己の研究を書物としてまとめています。それらを見ると、19世紀以降の天文方の研究が、どのレベルまで到達したかを見ることができます。

7-1. 暦の計算法

天文方の本来業務である暦法作成については、ラランド天文書を導入した天保暦の完成により、大きな進歩を遂げました。太陽・月の位置推算法や日月食予報法は寛政暦と比較にならないほど高いものとなり、当時としては十分な精度を持っていました。

一方、天保暦の惑星位置推算法(五星法)は、高橋至時が19世紀初頭に作成した『新修五星法』をベースとしたものを採用しています。高橋の推算法は、惑星が太陽の周りをケプラー運動するだけで、摂動項は考慮されていませんでした。ラランド天文書の惑星推算法は摂動が考慮されていて、例えば木星には5つの摂動項が導入されていますから、天保暦の五星法よりも正確なはずなのに、天文方は高橋至時の五星法を採用したのです。惑星位置は暦には記載しないこともあり、さほどの精度を求めていなかったのかもしれませんが。

7-2. 衛星と惑星

ヨーロッパでは16世紀以降、太陽系の姿が明らかにされてきました。チコ・ブラーエが、彗星が太陽系の天体であることを突き止めたのを皮切りに、ガリレオによる木星の衛星の発見、天王星、海王星といった惑星、小惑星など、太陽系の天体が続々発見されました。天文方は、それら新天体情報をどの程度把握していたのでしょうか。

衛星については、江戸中期に『崇禎暦書』を通じて木星に4つ、土星に5つの衛星があることが知られていましたが、実際に日本でガリレオ衛星が望遠鏡で観測されたのは恐らく18世紀末頃になってからと思われる。その後、19世紀になると、伊能忠敬がガリレオ衛星の食を観測して日本各地の経度を求めた事は、以前に紹介したとおりです。また、土星の衛星については、観測記録は残っていませんが、ラランド天文書を通じて衛星が7つ発見されていることは知られていました。

天王星の情報は、19世紀初頭には天文方の耳に届いており、出府中の間重富が長崎から入ってきた情報として聞いたようです。その後、天王星は「烏刺奴斯」(ウラヌス、ユラニユスなどと呼んだ)という名称でたびたび登場し、1826(文政 9)年には大阪の間重新が観測に成功をしています。ただ、その観測がどのように活かされたのかは不明で、軌道を計算したような記録も見つかっていませんし、天王星を五星法に取り入れることもしていません。

7-3. 彗星

彗星については、高橋至時をはじめとした19世紀初頭の天文学者たちは、彗星は天体の一種であることを認識しており、怪異現象であるという俗説は否定しています。間重富は1811(文化 8)年に執筆した『彗星概説』の中で、西洋書の知識を利用して、彗星には軌道

があり、一定の周期で太陽のまわりを公転していること、尾は太陽と反対側に伸びることなどを記しています。ただし、彗星が何から出来ているかといった物理的な事柄は不明としています。

1804年と1808年には大きな彗星が出現し、世間で大きな話題になりました。その影響を受けて、高橋景保と渋川景佑はラランド天文書全訳の仕事を中断して、西洋書にある彗星の記述を翻訳しています。二人の研究成果は、長年稿本のまま残されていましたが(景保の稿本については前回に取り上げています)、後年渋川景佑が『新修彗星法』(1855年)としてまとめており、天文方が到達していた彗星に関する知識を知ることができます。

彗星本体の性質については、ニュートンやオイラーなどの説を考察した上で、彗星本体は地球のように固い物質で、まわりに大気を持っているために核付近がぼやけて見えるのだろうと推測しています(同時に、月から地球を見たら、地球を取り巻く大気のせいで輪郭がぼやけているだろう、とも書いています)。また、尾は太陽の熱により生じ、彗星が太陽に近い場所にある時には長くなると把握しています。

彗星の運動については、軌道計算する方法をマスターしており、数回の位置観測から軌道要素を確定してその動きを予測したり、他の彗星の軌道と比較して周期彗星の同定をしたりすることが可能となっていました。天文方の足立信頭は1835年に出現したハレー彗星を観測し、軌道を求めています。また、ニュートンの説を引用して「諸惑星ハ皆太陽ヲ以テ心トシ、各其引力ニ従テ運動スル者ナリ。彗星亦然リ」として、太陽の引力によって軌道運動していること、また他の天体の引力による影響を受けて公転周期が変化してしまうことも知っていました。

OF STERREKUNDE, XI. BOEK. 13

Voorbygangen van MERCURIUS over de Zon in zynen daalenden knoop, in de maand May gedurende drie eeuwen.

JAAREN	Midd. tyd te Parry.		Ware gesent. Lengte in Conjunctie.		Over. Breedte. M. S.
	U. M. S.		T. G. M. S.		
1615	3 May	1 23 50	1 15 34	17	6 33 N
1658	5	9 20 17	1 15 28	39	10 56 Z
1661	5	6 18 55	1 13 28	17	3 35 N
1674	6	15 0 37	1 15 43	19	13 31 N
1707	5	12 45 0	1 14 43	5	0 37 N
1740	5	10 47 35	1 13 43	53	14 55 N
1743	5	15 25 37	1 13 47	38	4 23 Z
1750	5	16 57 0	1 13 47	44	12 5 N
1799	7	0 5 45	1 15 21	55	5 20 Z
1828	4	22 6 12	1 14 53	6	9 3 N
1845	8	5 45 35	1 17 55	17	8 19 Z
1878	0	3 45 12	1 15 55	52	6 5 N
1901	9	11 57 11	1 19 0	41	11 19 Z

Voorbygangen van MERCURIUS over de Zon in zynen klimmenden knoop, in de maand November gedurende drie eeuwen.

JAAREN	Midd. tyd te Parry.		Ware gesent. Lengte in Conjunctie.		Over. Breedte. M. S.
	U. M. S.		T. G. M. S.		
1606	1 Nov.	7 57 50	7 9 49	50	15 58 Z
1618	4	1 49 30	7 15 5	35	5 32 Z
1641	5	19 37 10	7 14 41	5	2 45 N
1644	8	15 21 55	7 17 17	56	11 7 N
1651	5	12 47 30	7 10 20	19	3 59 Z
1664	4	6 35 50	7 13 8	51	4 58 N
1677	7	0 25 20	7 18 44	33	4 58 N
1690	9	18 9 15	7 18 20	44	15 46 Z
1697	5	17 37 50	7 13 35	9	10 40 Z
1710	6	11 23 20	7 14 12		5 19 Z
1716	9	5 15 53	7 16 47	56	6 0 N
1731	9	22 59 40	7 17 39	49	14 31 N
1735	10	22 59 40	7 13 27	80	9 3 Z
1743	4	23 27 0	7 12 32	38	9 45 Z
1745	6	16 18 0	7 15 14	3	9 45 Z
1759	0	10 6 0	7 17 39	49	2 30 N
1795	5	9 31 49	7 11 5	36	12 45 Z
1798	11	3 45 41	7 50	30	12 50 N
1798	5	3 16 35	7 13 49	37	7 55 Z
1799	12	2 21 35	7 16 10	53	0 55 N
1805	11	21 7 35	7 18 53	7	9 15 N
1814	11	14 53 30	7 15 7	14	12 39 Z
1822	4	12 11 45	7 14 43	31	12 31 N
1823	7	5 6 0	7 17 19	44	10 52 Z
1818	9	1 37 0	7 13 10	7	18 33 Z
1821	11	19 43 59	7 19 55	0	4 10 Z
1828	4	19 5 34	7 13 10	7	18 33 Z
1831	11	15 25 10	7 15 16	53	4 9 N
1894	10	2 45 0	7 18 53	40	

図3 ラランド天文書にある水星の太陽面通過の予報一覧表

7-4. 水星・金星の太陽面通過

水星・金星が太陽の前を横切る「太陽面通過」は、太陽系の大きさを知ることができる方法として、17~19世紀の西洋でさかんに観測が行なわれました。ラランド天文書でも太陽面通過のために1章が割かれています(著者のラランド自身、1769年に起こった金星の太陽面通過の国際観測に参加している)。

日本では、大阪の間重新が1822(文政5)年11月4日と、1832(天保3)年5月5日および1835(天保6)年11月7日に起こった水星太陽面通過を観測しています。また、間重遠が1845(弘化2)年5月8日に起こった水星太陽面通過を観測しています。

太陽面通過の予報については、ラランド天文書に予報日時の一覧表が掲載されており(図3)、また天文方が自らの五星法で計算を行

なっていました。西洋天文学でホットな現象を、江戸時代の日本でも観測していたことは画期的とも思われますが、天文方の興味は太陽系の大きさを測定することにあっただけではなく、暦学者としての視点からより正確な五星法を作り上げるために位置を観測することにありました。実際のところ、彼らは太陽系の大きさを調べることなど、全く考えてもいなかったことでしょう。

7-5. ニュートンの万有引力

ニュートンの万有引力説は、日本ではまず18世紀末に長崎に伝えられました。中でも、元オランダ通詞であった志筑忠雄(1760～1806)が、イギリスのジョン・ケイルの著書をオランダ語から翻訳した『暦象新書』(1798～1802年)をあらわし、万有引力の法則と天体の運動について詳細に解説しています。

一方、江戸の天文方たちが引力説を知ったのは、長崎よりも少し遅いようで、高橋至時や間重富の文献には見られません。天文方で最も古い記述は、渋川景佑が文化年間のはじめに『暦象新書』を馬場貞由から見せてもらったというもので、その時景佑は何が書いてあるか全く理解できなかったようです。しかしその後の研究により、『新法暦書続録』所載「寰宇(かんう)総論」では、全ての物体には引力がはたらくこと、我々の身の回りにあるものは全て分子からできていること、など物理的な基本概念から説き始め、重力や遠心力、落体や振り子の運動、天体の運動などについて論じており、天体力学の基礎を把握することに成功しています[1]。

8. 幕末天文方の崩壊

以上見てきたように、江戸末期においては、太陽と月の天球上での位置と、日月食の予報を計算し、暦を作成するという天文方本来の目標は、天保暦の完成により実用上十分なレ

ベルに達しました。また、天王星や彗星など新天体の知識を有し、彗星については軌道計算も行なっていました。加えて天体力学も一定の理解をするなど、従来の暦学の域を超えた幅広い研究を行なっていました。

しかしながら、これらの業績を手放しで賞賛するわけにはいきません。天文方の仕事には、大きな壁がありました。

一つ目は「暦学」という壁です。天文方の業務はあくまでも暦を作ることであり、それを越えた知識は必要のないものでした。例えば、天王星や彗星といった新天体の研究を深めても、毎年の暦には反映されないのです。

二つ目は、「西洋天文学の間接受容」の壁です。海外との交流を極力制限した江戸幕府の体制下では、西洋人天文学者から直接学ぶ機会はありません。そのため、西洋書を読んで間接受容をするわけですが、そうなるオランダ語という高いハードルもあり、思うように研究が進みません。それ故か、天文方の仕事をみると、学んだ西洋天文学の知識をベースにしてさらに進んだ知見を得たという様子は見受けられません。せいぜい自らの観測をもとに軌道要素や各種の天文常数の改良を行なう程度であり、西洋天文学書の一部分を理解するだけで精一杯でした。

これらの限界の中で、活動を続けていた天文方の活動は、天保の改暦以降は活気を失ったように感じられます。特に、19世紀初頭から天文方として活躍し続けた渋川景佑が亡くなった後は、天文方の活動に特筆すべきことも見当たりません。

筆者は、渋川景佑が「寰宇総論」で天体力学に関する記述をまとめたのは、今後の暦学研究のあり方を提示しようとしたからだと感じています。古代から続いてきた暦学は、暦を作るために天体の位置を計算すればよいわけですから、どうして天体が運動するのか、どうして運動が引き起こされるのか、という

物理的な視点を持たなくても構いません。江戸時代においても、西洋天文学が到達した成果の一部を利用すれば十分に成り立ちました。しかし景佑は、西洋の天文学がどのような目標を持っているのかに気付いていたように思います。天文方がバイブルとして扱ったラランド天文書の第一章の冒頭には「天文学とは、天体の運動と、それがどうやって引き起こされるかを考える学問である」と記されていますが、彼はその言葉の意味を理解していたことでしょう。そして、天体力学という西洋での到達点も理解し書物にまとめることで、天保暦の次の改暦を行なうには、天体力学の理解が必要であることを示したかったのかも知れません。

恐らくは、景佑と同じ考えと実力を持った人が天文方の活動を継承していたら、天体力学の理解をきっかけに、本当の意味で暦学の枠を越えることが出来たようにも感じます。しかしながら、彼の後を継いだ人たちは枠を乗り越えることができなかつたようで、目立った活動も見られないまま、1868(慶応 4)年の江戸幕府崩壊とともに天文方も廃止となってしまいます。高橋至時らも活躍した浅草天文台は閉鎖され、使われていた観測機器類も払い下げられて人手に渡ってしまいました[2]。

明治政府は当初、土御門家に編暦を担当させ、やがて大学所管の部署を立ち上げましたが、幕府からは天文方を勤めていた足立敬典ほか数人がスタッフとして入った程度で、彼らが長年蓄積してきたデータも引き継がれず、廃棄もしくは散逸し、その後の天文学研究に用いられた形跡もありません。そして、組織自体も天文暦道局から星学局、天文局と改組・改称を繰り返し、1873(明治 6)年の太陽暦への改暦後しばらくして廃止されました。一方、編暦組織の流れとは別に、西洋の天文

学を本格的に研究する組織が新しい学制のもとで整備され、その後の東京天文台から国立天文台への流れを作ったのでした。

本連載のうち、江戸幕府における天文学研究の概観はこれで終わりです。伝統的な暦学の枠は守りつつ、時代と共に西洋化の波を受けながら発展してゆく天文方たちの活動の輪郭をとらえていただければ幸いです。

注および参考文献

[1] 「寰宇総論」の内容の一部分については、上原貞治「わが国におけるケプラー第3法則の受容()」天界、2007年7月号、366～372ページ、において、渋川景佑がケプラーの第三法則から万有引力の法則を導出した部分が解説されている。

[2] 幕府崩壊当時の浅草天文台の様子と、その設備の行方については、佐藤利男「江戸浅草天文台の建物配置と諸設備 (1)～(2)」天界、2005年8月号451～459ページ、および同年9月号510～514に紹介されている。

嘉数 次人