

金星の太陽面通過—その観測記念碑を訪ねて

徳島県立徳島中央高等学校 西條 敏美

自然科学や科学者の史跡を巡ることが趣味になってもうずいぶんになる。史跡と対面すると、科学の中身だけを学ぶのとはまた違う科学の奥深さを感じるし、ぐっと親しみも増してくる。

金星の太陽面通過という現象についても、横浜、神戸、そして長崎と三つの港町に記念碑が建てられている。どんな記念碑がどんなところに建てられているのだろうかという思いにかられて、その記念碑を探し歩いた。

1. 横浜の観測記念碑へ

私が最初に訪れたのは、横浜の記念碑だった。JR桜木町駅で下車すると、西側に標高50メートルほどの小高い山が見える。この山を野毛山という。駅から山に向かって、なだらかな一本道が続いている。この道を紅葉坂という。この辺りは、動物園などの文化施設に恵まれ、野毛山公園となっている。

駅から10分ほど紅葉坂を登ると、こんもりした木々の間に何かの文化施設が見えてきた。朝もまだ早いというのに、木々の間からは蝉の啼き声がせわしく聞こえ、木漏れ日を落としていた。公園のベンチに腰を下ろす人もいる。

その施設は、神奈川県立青少年センターであった。その敷地内の紅葉坂に面する小径寄りの一画に、目指す記念碑があった。「金星太陽面経過観測記念碑」と刻まれていた。



図1 横浜の野毛山にあるメキシコ隊の観測記念碑(横浜市西区紅葉ヶ丘)

碑文によると、明治7年(1874)12月9日、メキシコの観測隊がここ野毛山と山手の基地において、太陽面通過の観測に成功したとある。野毛山の頂上へはまだ小径が続いているので、この小山のどこかで観測が行われたのだろう。もうひとつの山手は、地図で見ると野毛山より2キロメートルほど東に位置していて、山手公園、元町公園、港の見える丘公園などと名づけられた三つの小山があるが、観測基地が設けられたのは山手公園の麓、現在のフェリス女学院大学内であったという。

2. 金星の太陽面通過観測の歴史的意義

金星の太陽面通過とは、太陽、金星、地球が一直線に並んだために、地球から金星を見ると、金星が太陽面を小さな点となって通過していく現象をいう。この観測のためにわざわざメキシコから観測隊が派遣されるとはどのようなことなのだろうか。また、記念碑を建てるほど意義があることだったのであるか。このことを理解するためには、歴史をさかのぼらなければならない。

今でこそ、太陽視差は8.796秒角、地球から太陽までの平均距離(1天文単位)は1億4960万kmであることがわかっている。ところが少し過去にさかのぼると、例えばケプラーが活躍した17世紀においてすら、何もわかっていなかった。ケプラーが惑星運動の三法則(1609・1619)を通して明らかにしたのは、太陽と各惑星間の相対距離、つまり太陽系の縮尺にすぎなかった。次の段階として、太陽までの距離そのもの、絶対距離の測定が待たれていた。

ケプラーの法則の発表後、数十年もして初めて測定のアイディアを提出したのはハレーであった。彼は、1677年大西洋上のセント・ヘレナ島で南天の星を観測していたとき、水星が太陽面を通過するのを見た。このとき、地球上の南北に十分離れた二つの地点から内惑星(水星または金星)の太陽面通過を観測すれば、その内惑星が太陽面に投影される見かけの位置のずれ、つまり、内惑星の視差から、太陽の大きさと太陽までの距離、したがって太陽視差が計算で

特異な方法」と題し、その目的と方法をはっきりと全面に出している。

なぜ、こんな回りくどいことをしなければならないかと言えば、太陽視差を直接観測しようにも、太陽はあまりに距離が遠く、加えて自ら強い光を放っているため、他の恒星をバックにおいて観測できないからである。金星が利用されるのは、水星よりも地球に近いところにあるので、太陽面に大きく投影されるからである。

ハレーのアイディアに天文学界は騒然となった。ただ残念なことに、この現象はめったに起こらない。ケプラーの時代の1631年と1639年に起こると、後は1761年と1769年、および1874年と1882年の4回だけで、次は21世紀の2004年と2012年に起こることが予知されているに過ぎなかった。昇交点通過の前と後で数年隔ててこの現象が起こると、次に起こるまでには100年以上も待たなければならないのである。

3. 1761年と1769年の金星の太陽面通過

1761年の金星の太陽面通過のときには、フランス、イギリス、ロシア、スウェーデン、デンマークなどヨーロッパの各国は、こぞって地球上の各地に観測隊を派遣した。ただ何分にも初めての観測であったので、どの国も思わしいデータをとることができなかったという。太陽視差を0.02秒角の精度で求めるためには、金星の太陽面接触の時刻を1秒時の精度で観察しなければならない。ところが、ブラック・ドロップという現象が起こってしまい、隣り合った二人のベテラン観測者の間でも30秒時の違いが出たという。ブラック・ドロップとは、金星が太陽面に入るとき、ちょうど黒い水滴のような形となり、延び切ったと思われるや、突如切れてしまう現象である。このときに得られた太陽視差の値は、8.6から10.5秒角とずいぶん精度の悪いものであった。

次の1769年の観測のときには、前回の失敗の経験があるので、慌てることなく観測し、太陽視差の値として、8.5から8.9秒角の間に収まるようになったという。それでも精度としてあまりに悪い。

次こそはという熱い思いで、100年後のチャンス到来が待たれていた。

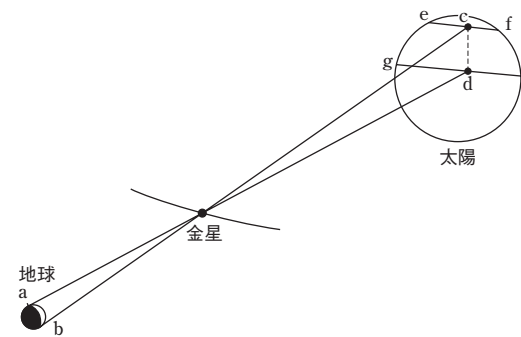


図2 金星の太陽面通過現象と太陽までの距離測定の原理
金星の太陽面通過を地球上の離れた2地点abから同時に観測すると、太陽面上の金星の位置が少しずれた位置に見える。このずれは、a-金星-bのなす角に相当し、この角を視差という。

abの距離がわかれば三角形の形と大きさが決定されるので、地球から金星までの距離がわかる。太陽系の縮尺は、ケプラーの観測によってわかっていたので、地球から太陽までの距離が算出できる。

金星の視差は、太陽面通過の過程を2地点で撮影した連続写真があれば、それを重ね合わせて太陽の視直径と比べることによって求められる。写真がなかった18世紀の観測では、金星が太陽に接触する時刻と離脱する時刻とを2地点で正確に測ることで、金星が太陽面を横切った位置を算出して、その視差を求めた。時刻の測定が当時は難しかった。



図3 金星の太陽面通過 2004年6月8日の撮影記録。「月刊天文」2004年8月号, p.15より転載。撮影 斉藤尚敏氏
このような感じで、太陽の表面を金星が小さな黒い点となって通過していく。14時11分に第1接触(進入開始)が始まり、20時30分に第4接触(離脱完了)となった。最後の方は日没となり観測不能であったが、太陽に雲がかからない限り数時間にわたって通過の様子が観測された。

求められるというアイディアを思いついた。彼は、このアイディアを二つの論文にまとめて、1693年と1716年に発表した。後の論文は、「太陽の視差を太陽面上に観測しうる金星によって確実に決定しうる

4. 期待された 1874 年の金星の太陽面通過

明治 7 年 (1874), 再び金星の太陽面通過が起こった。このときにも, 世界の各国は地球上の各地に観測隊を派遣した。いちばん力を入れていたのはやはりフランスで, 他にイギリス, ロシア, アメリカ, イタリア, ドイツ, メキシコなどの各国が観測隊を派遣した。その観測基地は世界中に 75 の基地を数えたという。その中で, フランス, アメリカ, そしてメキシコの三国はわが国に観測隊を派遣してきた。このうち横浜に観測基地を据えたのがメキシコの観測隊だった。フランスの観測隊は長崎と神戸に, アメリカの観測隊は長崎に観測基地を設けた。

前年の明治 6 年 (1873), 当時の駐日アメリカ公使から金星観測の依頼公文書を受け取った明治政府はこの真意を図りかねたという。当時の天文学関係の唯一の官庁であった海軍水路寮に諮問を行った結果, この機会を利用して来日の天文家に若い技術者をお供させて, 観測技術を見習わせることとなった。

観測は天候にも左右される。待ちかねた 12 月 9 日, 横浜は雲ひとつない快晴で, 大成功だったという。神戸も晴れて成功, しかし, 長崎は天候不良で眼視観測はできたが, 写真撮影は像が薄くて, 不満足の結果に終わったという。



図 4 神戸の諏訪山にあるフランス隊の観測記念碑(神戸市中央区諏訪山町) 背後から, 手前が記念碑, 向こうに見えるのが案内板。

5. 神戸の観測記念碑へ

今度は神戸のフランス隊の観測記念碑を訪ねてみた。この記念碑は, 神戸の中心部である三宮から直線距離で西北に 1.5 キロほど隔てた諏訪山にある。神戸は坂が多い町である。私は JR 三宮駅で下車して, くだらな坂道を山際に向かって歩き始めた。諏訪山の麓辺りは諏訪山公園となっている。裾野からは急な曲がりくねった坂道を登っていった。息を弾ませながら登り切ると, 高台に出た。広場となっていて, 家族連れが何人か来ていた。広場の正面の突き当たりには池があって, ここに円柱状をした記念碑があった。正面には横文字が, 裏面には日本語で「金星過日測検之處」と刻まれていた。この石材は生田神社の折れた鳥居の一部を使用したものだという。かたわらには, わかりやすく解説した案内板も立っていた。

その広場からさらに急な坂道を登ってみた。「ヴィーナス・ブリッジ」と名づけられた 8 字状の小橋を渡ると, また広場に出た。そこは展望台となっていて, 望遠鏡があり, レストランもあった。ハイウェイ道路も通っていた。ここから神戸の町を見下ろすことができる。金星台の名で市民に親しまれていることがよくわかった。

6. 長崎の観測記念碑へ

長崎の観測記念碑を訪れたのは, それから 2, 3 年してからである。記念碑は, 長崎公園背後にある金比羅山山頂にある。私は公園内の史跡を見学した後, ここから徒歩で登ってみることにした。

公園内の県立図書館の横から車道が続いている。道路は S 字にくねっているのので, そのまま歩くと遠回りになる。遊歩道があるうちはそれに沿ってまっすぐ登るが, やがてそれもなく, 車道に出てそのまま歩く。立山公園という公園を通り過ぎ, 立山荘の前を通る。やがて山間の段々畑の間の小道を歩くようになる。ところどころに「金星観測台(市指定史跡)」の標識があるので, 迷うことはない。小道の周囲に農家が点在し, 畑仕事をしている人の姿がちらほら見える。

やがて, 金比羅山の鳥居が山の登り口辺りに見えてきた。ここまで来ると民家はもう一軒もない。山頂に向かって, 急な石段が続いている。休むまいと一步一步と石段を踏み縮めると, 息切れがしてきた。

表 1 明治 7 年(1874)の金星の太陽面経過記念碑一覧

	横浜	神戸	長崎
派遣国	スペイン	フランス	フランス, アメリカ
隊長	フランシスコ ティアス コバルーピアス (1833 ~ 1889)	ドラクロア(ジャンセンの部下)	ジャンセン(フランス隊) タビットソン(アメリカ隊)
日本側協力者	吉田重親	清水誠	宮川房之, 上野彦馬
観測場所	第 1 観測所 野毛山 標高 50m 横浜市西区紅葉ヶ丘 第 2 観測所 山手	諏訪山 標高約 160m 神戸市中央区諏訪山町	金比羅山 標高 366m フランス 長崎市西山 太平山(現星取山) アメリカ
結果	快晴 大成功	好天 成功	天候不良 不成功
記念碑の名称	金星太陽面経過観測記念碑	金星観測記念碑	金星観測台
記念碑の場所	野毛山 県立青少年センター	諏訪山公園 中腹 標高約 90m	金比羅山山頂
記念碑の建立年	昭和 49 年(1974)	観測後まもなく	観測の翌年, 明治 8 年(1875)
建立者	同記念碑設立期成会	フランス隊	フランス隊
記念碑の形状	菱形板状	円柱状(生田神社の折れた鳥居の一部を使用)	四角錐(ピラミッド状)
解説板	記念碑が解説板	有り	有り
記念碑までの交通	JR 桜木町駅より徒歩 10 分	JR 三宮駅より, 6, 7 系統の市バスに乗り, 「諏訪山公園下」下車, 徒歩 20 分, 頂上までさらに 20 分	JR 長崎駅より, 東高下經由浜平・立山行きバスに乗り, 「東高下」下車, 徒歩 20 分



図 5 長崎の金比羅山にあるフランス隊の観測記念碑(長崎市西山)

鳥居のところに着いても, 石段はまだまだ続いていた。登りつめるとお堂があった。金比羅山神社である。金星観測台は, そこからさらに脇道に入る。行き止まりは空地になっていて, そこに記念碑があった。

金星観測台と呼ばれるその記念碑は, ピラミッドのような四角錐をしていて, 苔むしていた。そこから東に 10 m ほど離れたところには観測台跡の置石も残されていた。他に, 最近 (1993) 立てられた経緯度原点確定の地記念碑もあった。

展望台もできていて, 望遠鏡も置かれていた。しかし横浜や神戸のところとは違って, ほとんど人が入り込まないような奥まったところにあった。足を滑らし山間に落ち込むと発見されないようにすら思えた。望遠鏡を覗くと, 長崎港に出入りする船や長崎市の町並みが手にとるように見えた。ここまで登り切ると, ずいぶん時間がかかったように思われたが, 実際には 1 時間もかかっていなかった。

ここはフランス隊が観測したところである。アメリカ隊が観測したところは, 市の南にある星取山である。ここには観測記念碑のようなものではなく (2006 年に案内板が立てられた), 山の名前そのものに人々の記憶が刻まれていた。当時はこの山を大平山と呼んでいたのである。

帰途は, もとの道を歩かずに, 山の頂上から真下に向かって, 山間の民家の間の小道を分け入って走り下りた。ずっと近道であった。下りきった辺りにバス停があった。少し待つとバスが来た。

7. 三箇所の記念碑を訪ね終えて

観測基地を置いた山の標高は, 横浜の野毛山は約 50 m と丘くらいであるが, 神戸の諏訪山は約 160 m, 長崎の金比羅山は約 370 m と結構高い。したがって記念碑があるところもこの順で人里離れた奥まったところにあった。記念碑の形状も, 横浜は菱形板状, 神戸は円柱状, そして長崎は四角錐(ピラミッド状)とそれぞれに違っているのも興味深かった。

なるべくバス・タクシーなどを使わず, 最寄りの駅から歩くことにしたので, 三つの港町の風物を体で感じることもできたし, 今から 130 年も前の天文現象にかけた人々の熱い思いみたいなものも感じることができた。

参考文献

- (1) 斎藤国治著『星の古記録』岩波新書(岩波書店, 1982).
その他, ウェブ上に多くの資料が公開されている。