

# 歴史的天文台バーチャル探訪

## その7. コダイカナル太陽天文台と マドラス天文台



小 暮 智 一

〈〒614-8322 八幡市橋本狩尾 1-10〉

e-mail: tkogure@pa2.so-net.ne.jp

南インドにコダイカナル太陽天文台を訪ねてみよう。天文台の発祥は古く 18 世紀の英領インド時代のマドラス天文台（現チェンナイ市内）にさかのぼる。インドにおける航海暦と測量の基準点として設置されたのがその始まりであるが、第 8 代台長のポグソンの時代に近代的な太陽観測が始まった。天文台は 1899 年に太陽観測を主目的としてタミールナド州のパラニ山地に移され、コダイカナル太陽天文台と名づけられる。マドラス天文台はやがて閉鎖されるが、コダイカナルでは太陽観測が主任務となり、1908 年にジョン・エバーシェッドは太陽黒点のエバーシェッド効果と呼ばれる黒点半暗部中のガス流を発見する。太陽観測の伝統はいまに引き継がれている。天文台構内には歴史的望遠鏡もよく保存されており、天文博物館では太陽に関連した資料を中心に天文学の現況に触れることもできる。

### 1. マドウレイからコダイカナルへ

コダイカナル太陽天文台 (Kodaikanal Solar Observatory) はインドデカン高原の最南端、標高 2,300 メートルのパラニ山地の高原リゾートにある。筆者は 1980 年代始めに一度訪ねたことがあるので、今回の紀行はバーチャルではあるが、ほぼ 30 年ぶりの再訪となる。グーグルアースやウェブサイトで見るとコダイカナルはすっかり都会風になり観光都市に変容したようである。

コダイカナルへはマドウレイから入ろう。マドウレイはチェンナイ（旧マドラス）から南へ 500 km ほど離れたタミールナド州の百万都市の一つであるが、伝統的なインドの街並みが広がっている。始めに少し寄り道になるが、市内のミーナークシ寺院を訪ねてみよう。市の中心部に建つ壮大なヒンズー寺院である。四方に高さ 50 メートルを超す高い楼門があり、その壁面はヒンズー

教の神々で埋め尽くされている。この寺はタミールナドの人々がヒンズー教を受け入れ、シバ神と地母神ミーナークシ女神との結婚を祝って建てたという。奥まった拝殿の脇に日月五星を祀った祠があり、線香をもって男は左回りに、女は右回りにそれぞれ 2, 3 回まわり、そのあと拝礼するしきたりがある。この話は日本の記紀神話のイザナギ、イザナミノミコトによる国生み神話を思い起こさせる。最初、天の御柱を男神は右回り、女神は左回りに回って交わったところ島々は生まれなかった。天つ神に伺いを立ててから反対に回ったところ、今度はうまく豊秋津島（本州）をはじめとする日本の島々が生み出された。天の御柱とはイザナギノミコトが押し立てた柱でその頂点は北極星である。北極星に向かって天を見上げると、星は北極星を中心として左回りに、対称的に大地は右へと回る。中国でも「春秋」に「天は左旋し、地は右動す」や、「げいぶんるいじょう芸文類聚」に「夫れ天は左旋



図1 ミーナクシ寺院の壮大な伽藍（ゲーグルアース）。

し、地は右廻す。…故に、必ず男は左旋し、女は右廻すべし」などの例があるように、北極星は天地の軸で、天の運動は男女の回る方向を定めている。このような記紀、中国の神話の一端が南インドでも見られるのはどういうことであろうか。ミーナクシ寺院でも人々は祠を正しく回って縁結びを願うとのことである。

話は脱線したが、ミーナクシ寺院の見学を終えたらコダイカナールに車で向かうことにしよう。長距離バスの便もある。マドゥレイ市内から国道49号線を西へ70 km、そこから北に向かいまもなくパラニ山塊の山岳道路に入る。標高2,000 mを一気に登る豪快な山道である。つづれ折の道では鮮やかな滝も遠望される。登り詰まるとコダイカナールの町になり、ここは人口3万の観光都市として賑わっている。コダイカナール天文台（海拔2,340 m）は町の中心からさらに西へ5

kmほど奥まった高台にある。

## 2. マドラス天文台からコダイカナール天文台へ

コダイカナール太陽天文台はバンガロールに本部のあるインド天体物理学研究所 (Indian Institute of Astrophysics; I.I.A.) の附属施設になっているが、その発祥地はマドラス天文台 (Madras Observatory) である。そこで歴史は18世紀の英領インド時代にさかのぼる。

この天文台は1786年にイギリス東インド会社の役員であったウィリアム・ペトリエ (William Petrie) の個人的天文台として建てられた。主要な任務は子午儀によるマドラスの経緯度の測定であったが、これは航海時の基準時刻設定とインドの測地事業の基点を定めるものである。1789年に天文台は東インド会社の所有に移され、ミカエル・トッピング (Michael Topping) が初代台長となる。1802年にはインド全域の測量作業が始まり、基準三角点はマドラス天文台に置かれた。

1850年には第5代台長ヤコブ (W. S. Jacob) によって15 cm赤道儀が新設され、恒星の位置、明るさの組織的サーベイが始まった。1861年に11,000個の星の位置と固有運動を含むカタログが天文台から出版されている。この年、第8代台長としてポグソン (Norman Robert Pogson, 1829–1891) がイギリス本土から赴任してくる。

ポグソンはイングランド中部の町ノッティンガム出身である。ノッティンガム大学を卒業後、当時オックスフォード大学に付属していたラドクリフ天文台 (Radcliffe Observatory) の助手となる。彼は小惑星ハンターとして知られており、生涯に9個の小惑星を発見している。しかし、ラドクリフ天文台での主な仕事は星の測光観測であった。1856年に彼によって提唱された星の等級スケールは「ポグソンの法則」として今日の星の等級の基礎となっている。1等星の平均の明るさが6等星の平均の明るさのほぼ100倍になることから1

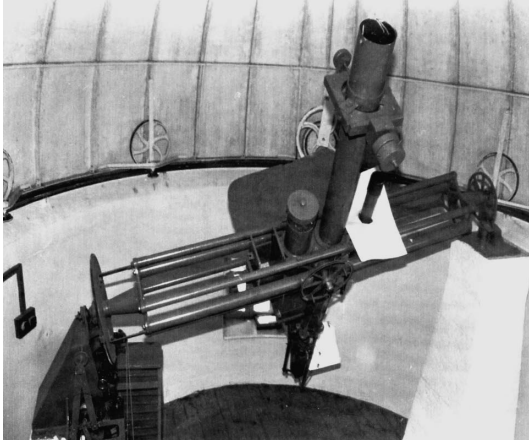


図2 マドラス天文台の6インチ (15 cm) 赤道儀。  
1899年にコダイカナル天文台に移設される。

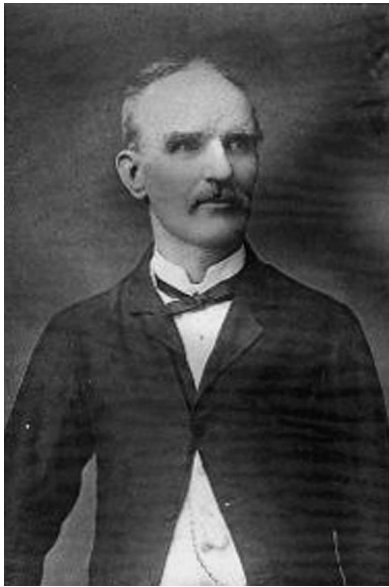


図3 ポグソンの肖像。

等級の差を100の5乗根(2.512)とするもので、この定義に基づいて星の等級が精密化された。ポグソンは1860年にイギリス政府の天文官としてマドラスに渡り、1882年には50 cm 屈折望遠鏡を設置して恒星の位置観測を推進し、1890年までに星の数を50,000個まで拡張してカタログの改定を行っている。1891年に生涯を閉じるまでマドラス天文台長の任に当たっていた。

ポグソンが太陽観測に興味をもつ契機となった

のは、1868年8月18日にインドで見られた皆既日食の折であった。この日食はパリ天文台のジュール・ヤンセン (Jules Janssen) が分光観測によって彩層にヘリウム輝線を発見したことで知られているが、ポグソンもヤンセンに勧められて分光観測に挑み、同じようにプロミネンスに水素輝線を検出している。これが契機となってマドラス天文台に太陽物理学部門が設置された。1872年6月に金環食がマドラス付近を通過したとき、ポグソンは月によって細くなった太陽彩層のフラッシュスペクトルの撮影に成功し、ますます太陽観測への意欲を募らせている。

1870年代、英国政府は喜望峰天文台のほかに、南半球にいくつかの新しい天文台の設立を企画し、設備の古くなったマドラス天文台の整備縮小を始めようとしていた。計画に参画したポグソンは南インドに太陽、恒星の写真、分光観測を行うための20 cm 望遠鏡を備えた天文台の創設を提案した。彼の没後、その案に基づいて候補地探しが始まり、1893年にケルビン卿の調査団によって最終的にコダイカナルが選定された。

こうしてコダイカナル天文台は1899年にミス (Michie Smith) を初代台長として発足し、マドラス天文台の主要装置もコダイカナルに移された。1901年からコダイカナルにおける太陽の写真、分光観測が始まり、太陽物理天文台となる。ルーティン観測としては白色光による太陽面撮像、分光太陽写真儀による単色光 ( $H\alpha$  と  $CaII K$  線) のプロミネンス撮像が、現在まで継続的に実施されている。1世紀を超える長い継続観測を行っているのはほかにはパリ天文台とウイリソン山天文台のみとのことである。

マドラス天文台はマドラス市ヌンガムバッカム地区のクーウム河畔の丘に建っていた。設備をコダイカナルに移したあと、しばらくは気象関係の施設となっていたが、その後取り壊され、現在は元の子午儀室のあとに子午儀のピラーのみ残され、ピラーには1792年の年号と初代台長ミカエ





図4 マドラス天文台跡地。

ル・トッピングの名前が彫り込んである (図4)。

### 3. エバーシェッド夫妻と太陽物理学

1906年、ジョン・エバーシェッド (John Evershed, 1864–1956) は新婚間もないマリー・エバーシェッド (Mary Acworth Evershed, 1867–1949) とともにロンドンからインドへ移住してきた。コダイカナル天文台の副台長として赴任するためである。彼はロンドンの南、サーリ郡のゴンシャル (Gomshall) で生まれており、最初は化学工場に勤めていたというからアマチュア天文家であったのであろう。自宅近くに私設天文台を建て、ノーマン・ロッキヤーの彩層観測の仕事に触発されて太陽観測に興味をもったという。彼がどのような経歴で研究者になったかはよくわかっていないが、インドに赴任する前年に1カ月ほどアメリカのウイリソン山にジョージ・ヘール (G. E. Hale) を訪ね、共同で大型のマイケルソン回折格子を製作している。この回折格子はコダイカナルの太陽望遠鏡に装着され太陽黒点の高分散分光に当たるようになる。彼は後年、機器製作マニアとまでいわれるほど天文機器の製作に取り組み、特に分光器の設計と製作に優れていた。

天文台におけるエバーシェッドの関心は主に黒点に向けられていた。彼は黒点の高解像度の回折分光観測を続けるなかで、黒点内の視線速度の分

布に一つの法則性を見いだした。太陽面赤道から $\pm 10^\circ$ 以上離れた中緯度帯にあり、太陽面子午線から離れた黒点は、東半球にある場合は進行方向にある部分が紫方変移を示し、後方にある部分は赤方変移を示す。黒点の中心部では変移は見られない。西半球にある黒点は反対の変移を示す。また、赤道に近い黒点では変移は見られない。この変移パターンはすべての黒点に共通して見られる。変移の量は視線速度で1 km/s程度である。このパターンからエバーシェッドは光球面上で黒点の中心から周囲に流れ出すガス流があると結論した。この結果は1909年にマンスリーノーティス誌に報告され、ガス流の存在はエバーシェッド効果、また、その流れはエバーシェッド流と呼ばれるようになった。現代的に見たエバーシェッド流を図6に示そう。黒点磁場と深い関係にあることは明らかである。2008年はエバーシェッド効果発見の100周年に当たり、それを記念するシンポジウム「太陽の内部と大気間の磁氣的結合」がバンガロールの天体物理学研究所で開かれ、太陽面活動現象について多面的な研究の現状が報告された。エバーシェッド流についても黒点磁場との密接な関係が指摘されたが、成因や構造など、まだ多くの課題が残されている。

エバーシェッドはその後も黒点の観測を続けているが、平行して妻のマリーと協力して彩層、プロミネンスの観測にも取り組んでいる。ここでマリーについて少し触れてみよう。

マリーはデボン州南海岸のプリマスで生まれた。父が3歳で亡くなったため、家族はバースに近い祖父の牧師館で暮らした。マリーは文学少女であるとともに幼時から天文に親しんでいた。20歳でドイツ、イタリアに旅行し、フィレンツェではダンテの文学とともにその背景にある中世の天文学に興味をもち始めていた。1895年にマリーは設立されたばかりの英国天文協会 (BAA) のメンバーとなり、オーストラリア滞在の経験を活かして「南天の星空ガイド」などを著している。その翌年、ノルウ



図5 エバーシェッド肖像.

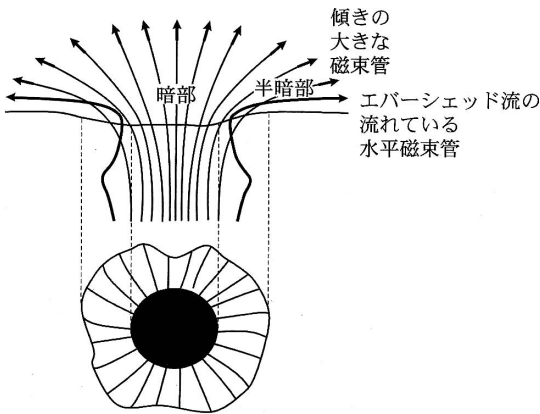


図6 エバーシェッド流. 黒点の垂直断面図と水平断面図, ガスの運動と磁場との関係を表し, 水平方向に流れるエバーシェッド流を示す.

エーでの日食に参加し, 太陽観測への眼が開かれる. その後も何回か日食に参加し, その中でジョン・エバーシェッドと知り合うようになった.

マリーの太陽物理学への大きな貢献はプロミネンスの観測である.  $H\alpha$  線,  $CaII K$  線の単色光で太陽の縁に撮影される多数のプロミネンスを撮影し, 黒点活動に結びつくもの, 結びつかないものとの2種類に分けた. 前者を放射型と呼んで, プロミネンスの形成から消滅までの時間的変化を追跡し, 黒点との関係を調べている. 彼女はプロミネンスの運動を連続的な写真撮影によって視覚的に追跡するという方法を始めたので動画手法のバイオニアとして知られている.

マリーはまた, フィレンツェ旅行からの継続として中世天文学史の研究でも知られている. 夫ジョンとの共著「ダンテと中世天文学」(1914)を著し, ダンテが「神曲」を書くに当たってプトレマイオスの理論を誤解していた点などを指摘している.

1923年, ジョンのコダイカナル定年退職に伴って夫妻は英国に戻り, サーリ郡ユーハースト(Ewhurst)で余生を送ることになった. ロンドンの南, 40 kmの田園地帯である. 新居はサセックスの森林帯を展望する丘の中腹にある. マリーはガーデニングも得意で, 広い庭を伝統的なイングリッシュガーデンに仕上げ, 訪れた友人たちをその美しさで感嘆させたという. マリーは後年, 天文学史の分野で活躍する. 1930年には英国天文教会(BAA)に天文学史部門を設立して, 1944年までその責任者となっている. 1949年にジョンに先立ってこの地で没した. 享年82歳.

一方, ジョンは自宅の庭にユーハースト天文台を開設して晩年まで太陽の分光観測を続け, 1950年代まで台長報告をマンスリーノーティス誌に投稿している. マリーの没後も余生を楽しんでいたが, 1956年に92歳で静かに世を去った.

#### 4. コダイカナル天文台訪問

コダイカナル天文台はコダイカナルのバスターミナルから西に向かう街道の途中にある. バスの便もあり, 天文台は街道の北側に広く広がっている.

天文台の敷地の概略と主な施設を図7に示そう. 構内にはドームや博物館, 附属施設などが散在する. 施設や建物はこの図の番号で表すこととして天文台の構内を訪ねてみよう.

本館の裏手の道を進むと建物 No. 3 に出る. ここは以前, 1904年製のスペクトロヘリオグラフが置かれ,  $CaII K$  線の太陽単色像の撮影に用いられていた. これは2008年に改造され, ツイン太陽望遠鏡として広波長域と  $CaII K$  線による太陽全面の CCD 撮像観測がルーチン的に行われている.

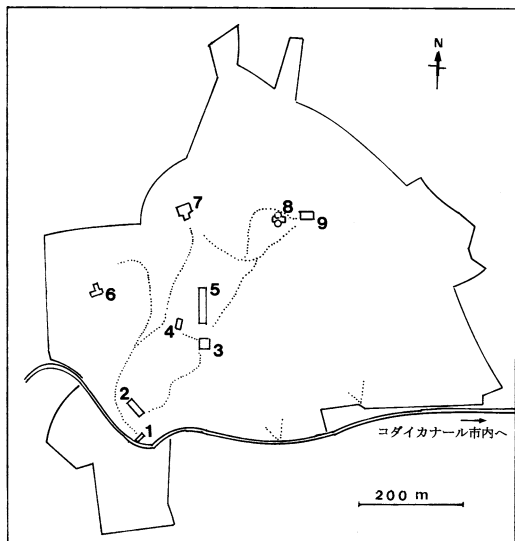


図7 コダイカナル天文台概略マップ. 図中の1は正門, 2は本館, 7は博物館, その他の番号は本文参照.

すぐ近くの建物 No. 4 には歴史的望遠鏡としてマドラス天文台から移された 1882 年製の口径 50 cm の恒星観測用望遠鏡が置かれているが、現在は観測には使用されていない。

その脇の高台には太陽観測ドーム (建物 No. 5) が白色の壁をもった優雅な姿を見せる (図9). タワー望遠鏡またはトンネル望遠鏡とも呼ばれる天文台の主力設備 (1958 年, グラブ・パーソンズ社製) である. 口径 60 cm 鏡のシーロスタットは口径 40 cm, 口径比 96 の対物鏡によって直径 33 cm の高解像度太陽像を結ばせ, 高波長分解能のスペクトログラフによって太陽面の速度場, 磁場の測定を行っている.

尾根道に沿って進むと二つのドームをもつ建物 No. 8 (図8) の前が出る. ここは南北館と呼ばれ, 南北の二つのドームにはこれもマドラス天文台から移された歴史的望遠鏡をおさめている. 中央はミーティングルームである. 北ドームにはドイツ式架台の 20 cm 屈折赤道儀 (1864 年, トロウトン・シム社製) が置かれ, 現在は随時彗星観測などに使用されている. また, 南ドームには 1850 年



図8 コダイカナル天文台の南北館. マドラス天文台から移設された 15 cm, 20 cm 屈折望遠鏡を格納する.



図9 コダイカナル天文台の太陽トンネル望遠鏡.

製の 15 cm 屈折望遠鏡が置かれている (図2). 1898 年に太陽写真儀として改造され, 現在も太陽の 20 cm 白色光像のルーチン撮像を行っている. 夜間は一般観望用にも供されるとのこと.

西側の開けたところには離れて建物 No. 6 と No. 7 が建っている. No. 6 はエバーシェッド・ホールと呼ばれ, エバーシェッド夫妻が住んでいたところであるが, 現在は改装され, 外来研究者のための宿舎となっている. また, No. 7 の建物はコダイカナル初代台長のミチー・スミス (Michie Smith) の住居として建てられ, ミチー・スミス館と呼ばれていたが, 現在は改装されて博物館となっている. 天文台キャンパスは広いので一休みするために建物 No. 9 に寄ってみよう. こ

こは元来、光学ワークショップであったが、現在は売店と休憩室、会議室を備え、研修や研究会など学生のための施設にもなっている。

建物 No. 7 の天文博物館に入ってみよう。正門からは木立の道を進み、視界の開けた広場に出るとその前が博物館である。館内には天文学の解説とコダイカナル天文台の歴史を物語るパネルや太陽模型などが展示されている。また、太陽光を取り入れた生の太陽像やフラウンホーフェル線像も見ることができる。博物館に併設された図書館は太陽物理学と太陽地球関係を中心にアーカイブな価値をもつ天文学文献がそろっていて、天文台が自慢する施設となっている。天文台は天文博物館をはじめ、台内はすべて無料であるが、望遠鏡の見学や夜間観望などは事前の予約が必要である。観光シーズン(4-6月)には毎日オープンするが、シーズン以外は毎週金曜に公開される。

コダイカナルは19世紀の中頃、避暑地として開発されたが、湖沼や大小さまざまな滝、奇岩絶壁など、見どころが多いので現在はリゾートとツーリングで賑わっている。天文台に別れを告げ、コダイカナルの散策を終えたら今度はパラニ山塊を北へ抜けてみよう。こちらも2,000mを一気に下る爽快な山道である。麓の道を西に進むとコインバートルの町に出る。ここから北に向かうとマイソールを経てI.I.A.のあるバンガロールへ達する。マイソールには壮麗なマハーラジャ宮殿がある。これは20世紀初頭に建てられたマイソール藩王の住居でイスラムとヒンズーの様式が調和した華麗な宮殿で、いまは博物館になっている。この付近にはいくつかの古いヒンズー教の寺院もあり見物するのも楽しい。気ままな旅を楽しみながら今回のバーチャル訪問を終えよう。

## 謝 辞

コダイカナル天文台の現況については Jegdev Singh, Sunetra Giridhar 両氏 (I.I.A.) から情報をいただいた。ここに謝意を表する。

## 図 版 出 典

- 図 1 Google Earth
- 図 2, 3 Archive Collection ( I. I. A.)  
<<http://prints.iiap.res.in/handle/2248/715>>
- 図 4 Archive Collection ( I. I. A.)  
<<http://prints.iiap.res.in/handle/2248/714>>
- 図 5 I.I.A. image  
<[http://www.iiap.res.in/ever/img/John\\_Evershed.jpg](http://www.iiap.res.in/ever/img/John_Evershed.jpg)>
- 図 6 シリーズ現代の天文学 10, 太陽, 日本評論社, p. 172
- 図 7 Produced, based on the original map sent by S. Giridhar and J. Singh ( I.I.A.)
- 図 8 Wikipedia  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Kodaikanal\\_Solar\\_Observatory-a.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Kodaikanal_Solar_Observatory-a.jpg)>
- 図 9 I.I.A. image  
<<http://www.iiap.res.in/centers/kodai>>

### Virtual Visit of Historical Observatories

#### 7. Kodaikanal Solar Observatory and Madras Observatory

Tomokazu KOGURE

1-10 Togano, Hashimoto, Yawata, Kyoto 614-8322, Japan

Abstract: Kodaikanal Solar Observatory is located in the Palani mountains, South India. Its origin is traced back to the Madras Observatory in Chennai established in late 18th century. In Madras Observatory Solar observations were initiated by N. R. Pogson in the occasion of the Solar eclipse observed in India in 1868. Madras Observatory was removed to the present site in 1899 and called Kodaikanal Solar Observatory. In early 20th century John Evershed discovered the so-called Evershed effect in the sunspots, which was a mile stone in the observations of solar active regions. Our virtual tour starts from Madurai City around 500 km south of Chennai. After a brief stop at the Meenakshi Temple, we climb a mountain road to Kodaikanal, and visit the Observatory to see the past and present activities. Here we can see several historical telescopes replaced from Madras Observatory. The Astronomical Museum exhibits many materials showing real activities of the Sun. Kodaikanal is a resort area, and there are many sight-seeing spots such as rocky cliffs, lakes and forests around the City. We can enjoy both of astronomy and scenic nature.