

歴史的な天文台バーチャル探訪

その2 ノーマン・ロッキヤー天文台



小暮 智一

〈〒614-8322 京都府八幡市橋本狩尾 1-10〉

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

ノーマン・ロッキヤー (Norman Lockyer 1836–1920) は 19 世紀後半から 20 世紀初頭にかけて太陽にヘリウムの存在を発見し、星の分光観測や 2 方向進化説の提唱などで先駆的な役割を果たした人である。彼の使用した望遠鏡や機材などは現在、英国デボン州のノーマン・ロッキヤー天文台に残され、天文普及に大きく貢献している。ここではロッキヤーの生涯をたどり、ノーマン・ロッキヤー天文台をバーチャル訪問して、その歴史と現況を探ってみたい。

1. ロッキヤーの生涯とイングランド南部の風土

ラグビー発祥の地として知られるウオリック州のラグビーはロンドンからバーミンガムに向かう道の途中にある。1840 年に鉄道が開通すると、小さな村だったラグビーも急速に賑やかになる。19 世紀末ごろからは工業都市として発展し、セメント工業、蒸気機関製造などで広く知られるようになった。町の中心には今も 13 世紀に建立されたセント・アンドリュース教会が古めかしい尖塔を見せている。ノーマン・ヨセフ・ロッキヤー (Norman Joseph Lockyer) は 1836 年 5 月 17 日、鉄道開通前の小さなこの町で生まれた。幼いときからこの尖塔が馴染みだったのであろう。父ヨセフ・ロッキヤーは当時、最新の技術を誇った電信技師（一説では科学教育家）で、ロッキヤーは少年時代、父から科学、技術の薫陶を受けている。私立小中学校を終えた後、大陸に渡ってフランス、スイスなどいくつかの私立大学で学び、自由の雰囲気成長する。しかし、学校ではほとんどサイエンスの教育は受けなかったという。

ロッキヤーは大学卒業後、21 歳 (1857) で陸軍

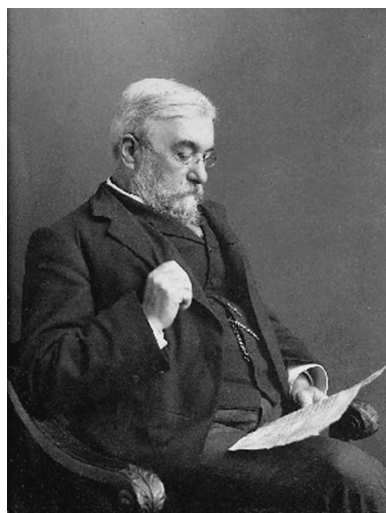


図1 ノーマン・ロッキヤー肖像。

省の書記に任官してロンドンに移る。翌年には最初の妻、ウイニフレッド (Winifred) と結婚し、この頃からアマチュア天文家として、天体観測に強い意欲を覚えるようになる。1862 年には住居をロンドン南部のウインブルドンに移し、庭にクック製 6.25 インチ (16 cm) の屈折赤道儀を設置した。最初は火星の衝の位置観測などを行っていたが、当時、論争の的になっていた太陽黒点の正体につ

いて興味をもち始め、その正体を探るには分光観測によるべきだと考えた。そのため、彼は1865年に小型のスリット分光器を購入し、それを望遠鏡の太陽投影板の背後に設置して黒点スペクトルを観察した。しかし、スペクトル観測には分散が不十分であった。この頃、ロッキヤーは陸軍法規集の編集委員に任じられ、陸軍省の仕事も多忙になっていた。

1868年に一家は望遠鏡とともにロンドン北部のウエスト・ハンプステッドに移住した。ちょうどそのとき、科学研究費で制作していた高分散分光器が到着し、本格的な太陽分光観測が始まった。その年には太陽に未知の元素を発見してヘリウムと名づけ、こうした観測を通して彼の名が広く知られるようになる。

太陽物理学への貢献によって、ロッキヤーは1870年に陸軍省から科学文化省に移籍し、科学博物館、美術館の新設、整備などの業務に取り組み、研究面では天体物理学を担当することになる。彼はまた、文才に恵まれ、サイエンスライターとして生涯に17冊もの書籍を刊行している。その中には「分光器とその応用」(1873)、「スペクトル解析の研究」(1878)、「太陽の化学」(1887)、「流星仮説」(1890)、「天文学の黎明」(1894)などがある。

科学文化省はサウス・ケンジントンの現在の科学博物館の近くにあり、隣接して王立園芸協会があったので、1873年にその庭の一部に王立サイエンスカレッジ付属の太陽物理天文台が開設されて台長になる。1882年からはこのカレッジの天文学教授に任命され、彼のアマチュア天文歴は終了した。

ロッキヤーは1889年にドーバー海峡に面したケント州ウエストゲイト・オン・シー(Westgate-on-Sea)に新しい家を建てた。そこは海岸沿いの小さい町で冬は北海からの寒風が厳しかったであろう。また、ロンドンからは120 kmも離れているので新しい家の目的は天体観測にあった。庭にコモン製30インチ(76 cm)反射望遠鏡が設置さ

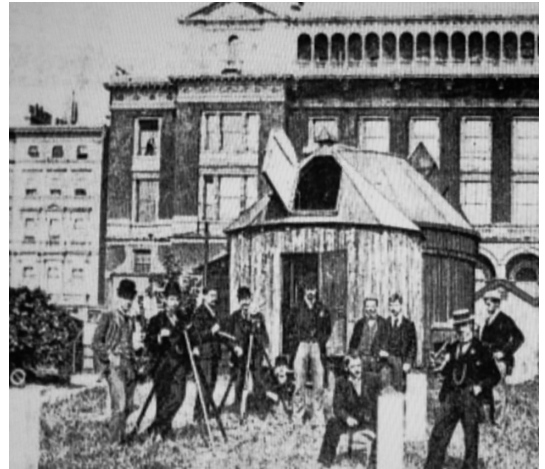


図2 太陽物理天文台の一部。学生の一団と背景はロッキヤーが教授を務めている王立科学カレッジの建物、1893年撮影。

れると、それにプリズム2個のスリット分光器を取り付けた。テスト観測ではオリオン星雲に約40本の輝線を同定しているが、その後、この望遠鏡は星の分光観測で活躍する。ロッキヤーの勤務地はロンドン市内であったから、この家は専ら観測用の別邸として使われていたのであろう。

ロッキヤーは太陽物理天文台長として太陽と星の観測を続けていたが、彼の息子の一人、ジェイムス・ロッキヤー(J. W. S. Lockyer)も天文学者となり、この天文台の副台長として父を助けている。1882年には父と共同で黒点活動と地球の気候との関係や、プロミネンス活動と地磁気変動との関係などの研究を行っている。

1901年、ロッキヤーは65歳で大学と天文台を退職しているが、引き続き天文台で主として星の分光観測を継続している。彼の最初の妻、ウィニフレッドはすでに亡くなっていたので、1903年に未亡人のマリー・ブロードハースト(Mary Broadhurst)と再婚する。マリーはデボン州出身で、南海岸のシドマス(Sidmouth)に広い土地をもっていたので、夫に余生はシドマスで暮らしましょうと勧める。ロッキヤーもシドマスの気候や風土が天体観測にも好都合なことに魅せられたの



図3 ロッキヤー夫妻がシドマス郊外に建てた家（1911年撮影）。右手のドームはロッキヤー望遠鏡（図4）を収めている。ここにヒル天文台が建設される。

で、その地に移ることにし、1910年にシドマス郊外のサルコンベの丘に新しい家を建てる。

1906年頃から、隣接する科学博物館の拡大のため太陽物理天文台を移転する計画がもち上がっていた。ロッキヤーは天文台を気候の良いデボン州に移すことを提案したが、それは否決され、大学は人員と機材をケンブリッジに移してケンブリッジ大学に付属させることを決定した。ロッキヤーはそれを不服として、1913年にサルコンベ丘に天文台を建て、サウス・ケンジントンにあった望遠鏡を含め、自分の望遠鏡をすべてそこに移し、ヒル天文台と名づけた。

ヒル天文台は東デボン海岸を望む岡の上にある。この海岸は切り立った崖が多く続き、ジュラ紀の地層を見せることからジュラ海岸とも呼ばれ、2002年に世界遺産に登録された。地層からは中生代ジュラ紀の大型爬虫類の化石も多く発見されている。しかし、地質年代でデボン州を有名にしているのは古生代デボン紀の名前の由来である。デボン州の各地で赤色砂岩の地層からアンモナイト、腕足類のほかに魚類も多く発見され、地質年代の一つとされた。それは古生代の中頃、4億1千万年前から3億5千5百万年までの期間で、まだ魚類の時代であった。デボン州はまた、シャーロック・ホームズが活躍する「バスカヴィ

ル家の犬」の舞台で、コナン・ドイルは不思議な事件の背景としてデボン州ダートムア周辺の荒涼とした風土を克明に描き出しているが、現在は明るく牧畜の盛んな土地となっており、近くにダートムア国立公園の草原が広がっている。

ロッキヤーはこの地で余生を送り、1920年に没する。ヒル天文台はその後、ノーマン・ロッキヤー天文台と改称され、後にデボン州東デボン局の公共天文台として整備発展するようになる。ロッキヤーの生涯について付言すると、彼は雑誌“Nature”の創刊者であり、30年にわたってその編集に当たっている。彼はまた、天文考古学のパイオニアとしても知られており、ストーンヘンジの年代測定を試みた最初の人である。また、その著「天文学の黎明」はエジプトの神殿の位置が星の方位と関係ある点に着目して古代王朝の年代を探るというもので、当初はエジプト学者から無視されたが、後に再評価されるようになった。

2. 太陽の分光観測とヘリウム、彩層の発見

1860年代、太陽黒点は固体または液体太陽の大気に浮かぶ雲の一種と考えられ、半暗部は太陽面から黒点に向かって上昇する気流なのか、あるいは、黒点から下降するガス流なのかなどが議論に



図4 ロッキヤー望遠鏡. 6.25 インチ (16 cm) 赤道儀, 7枚プリズムをもつスリット分光器を取り付け太陽高分散分光に取り組み, 1868年にヘリウムを発見した歴史的望遠鏡. 現在, シドマス・ノーマン・ロッキヤー天文台に置かれロッキヤー望遠鏡と呼ばれて公開されている.

なっていた。ロッキヤーはこうした論争から太陽面に興味をもつようになり、口径 16 cm 赤道儀に小分散スリット分光器を取り付けて黒点の観測を行った。このときは黒点の吸収線は光球より幅が広いことに注目し、黒点は強い吸収層であると考えた。

1860年、スペインで日食があった際、ウォーレン・ドラ・ルー (Warren De la Rue) は光球の縁に「赤い炎」と呼ぶ構造を撮影した。ロッキヤーはそこに明るい輝線が存在するのではないかと太陽面の分光観測を行ったが、最初は分散が小さくて輝線は見つからなかった。1868年になってウエスト・ハンプステッドの庭に設置された 16 cm 鏡に高分散分光器を取り付け、さらに食外で太陽縁を撮影する分光法を考案して観測し直すと、そ

こに水素とともに未知の輝線が現れていた。同じ時期にパリ天文台のピエール・J・ヤンセン (Pierre Jules Janssen) はインドの皆既日食の際に同じ未知の輝線を発見し、日食の数日後、食外での輝線撮影にも成功している。二人はフランス科学アカデミーにほとんど同時に報告を送っている。そのため、輝線の発見者はこの二人に帰せられた。輝線を生じる元素をロッキヤーは太陽にちなんでヘリウムと命名したが、地上でヘリウムが発見されたのは 1895 年になってからである。それはウィリアム・ラムゼー (William Ramsay) によってウラン鉱の中から希ガスとして分離、抽出された。

また、一連の太陽観測によってロッキヤーは光球を取り巻く輝線層を発見し、「赤い炎」(プロミネンス) との関係について彼は「プロミネンスは光球を取り巻く輝線層の海から飛び出した波頭のようにであった。この輝線の海を“彩層”(chromosphere) と名づけることにした。」と述べている。これが彩層の名前の起こりである。

太陽の分光解析でロッキヤーが注目したのは光球、黒点、プロミネンスにおけるスペクトル線の違いである。その違いを探るため、彼は実験室において種々の元素に対し、温度、圧力、電気的衝撃など、異なる状態でのスペクトルの変化を調べた。その結果、ある温度以上では元素は破壊されて、スペクトルの様子が全く変化することを見いだした。破壊された元素を彼はプロト元素と呼んだ。鉄についてはプロト鉄、マンガンについてはプロトマンガンなど、17種類の元素について元素とプロト元素のスペクトル線の波長表を作成した。プロト元素とは高温で生成される電離元素であるが、当時はまだ電離状態は知られていなかった。こうした考察に基づいてロッキヤーは光球、黒点、プロミネンスにおける励起の差異を解明し、さらに、その手法で星の分光観測にも取り組むようになる。

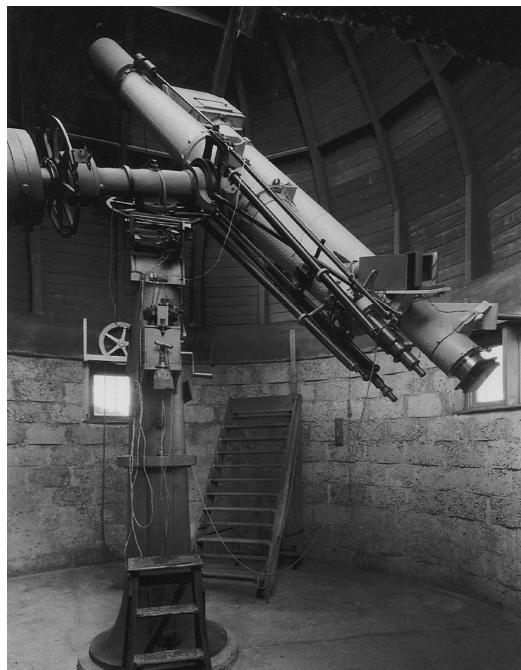


図5 ケンジントン望遠鏡。9" (23 cm) と 10" (25 cm) の屈折鏡を同架させた赤道義で9"鏡に頂角 30°の対物プリズムが装着されている。現在はノーマン・ロッキヤー天文台で公開されている。

3. 星の分光観測と進化説

星の分光観測にロッキヤーは2台の望遠鏡を用いている。一つは1884年にサウス・ケンジントンの太陽物理天文台に設置された9インチ(23 cm)と10インチ(25 cm)の屈折鏡を同架させた赤道義である。9インチ鏡に頂角30度の対物プリズムが装着されている。両者は東西に並列しており、10インチ鏡で目的星を視野に入れてから望遠鏡を30°西に振ることで容易に目的星が視野に入ってくるようになっている。これはケンジントン望遠鏡(図5)と呼ばれ、現在やはりノーマン・ロッキヤー天文台で公開されている。

二つ目は1889年にウエストゲート・オン・シーの自宅の庭に設置された30インチ(76 cm)反射鏡で、これにはプリズム2個のスリット分光

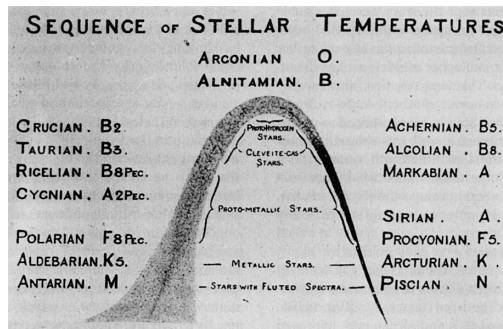


図6 星の温度系列を示す「ロッキヤーのアーチ」。星は左から右へと進化の道をたどる。

器が装着され、波長の測定も可能であった。この望遠鏡はまだノーマン・ロッキヤー天文台でも復元されていないようである。

ロッキヤーは実験室で作成した元素とプロト元素の波長表を用いて星の分光分類を始めた。化学元素と温度効果を考慮したので、彼はその分類を「化学分類」または「温度分類」と呼んでいる。彼は星の分光型を代表的な星の名前で表して、Arconian (アルゴ座星型, 現 ζ Puppis O5 Ia), Crucian (β Cru 型, B0.5 III), Antarian (アンターレス型, M 1.5 Iab), Sirian (シリウス型, A 1 V) などのように表している。分類の中で彼がとくに注目したのは、元素とプロト元素の比率や吸収線の幅などから、星には温度上昇期と、下降期との二つのブランチがあるという点である。その結果をまとめると図6のような分類図が描ける。この図は『ロッキヤーのアーチ』と呼ばれている。図の左側には Crucian (B2), Taurian (B3), など彼の分光型と現在の分光型が示され、下端の低温度星から上方へ温度が上昇し、上端は Arconian (O型), Anitamian (B型) というように最高温度の星を表す。右側は上から下へと温度が下降する星を表す。横軸は不定であるが、ロッキヤーはこれを時間軸と考えた。星は左下の低温星として誕生し、高温期を経て再び低温星に戻るという、2方向の進化経路説を唱えた。彼の時代に広く認められていたのは、ハギンスやセッキの提唱する、星は高温度星

として誕生し、収縮しながら低温に向かうという1方向の進化説であった。ロッキヤーの2方向進化説は当時少数派であったが、1913年になってようやくアメリカのヘンリー・ノリス・ラッセルによって収縮論の立場から理論的に支持された。

こうしてロッキヤーは太陽、星の分光観測で多くの研究を成し遂げた。それではデボン州に彼の名にちなむノーマン・ロッキヤー天文台を訪ねる旅に出かけよう。

4. ノーマン・ロッキヤー天文台訪問

ロンドンのパディントン駅を出発したコーンウォール半島先端のペンザンス行き列車は2時間半でデボン州のエクセターに到着する。ノーマン・ロッキヤー天文台まで約30 km、車に乗るとグーグルアースはカーナビのようにルートを細かく指示してくれる。シドマス街を過ぎ、広い森を抜けると天文台である。駐車場が広いので訪ねるのは容易である。はじめに簡単に天文台の歴史を振り返ってみよう。

1920年、ロッキヤーが他界するとヒル天文台は息子のジェイムス・ロッキヤー(J. W. Lockyer)が台長となり、末娘のウニフレッド・ルーカス(Winifred Lucas Lockyer)が秘書兼司書となって、名前をノーマン・ロッキヤー天文台と改めた。二人が他界すると管理はエクセター大学に引き継がれ、大学はロッキヤーの残した文書や観測資料の収集にあたるが、敷地は主に地磁気などの観測に使われ、天文台としての機能は半ば失われていた。1984年にデボン州東デボン局が敷地を購入し、作家パトリック・ムーアの助言に基づいて公共天文台としての形を整える。ノーマン・ロッキヤーの使用した望遠鏡の復旧も始まり、1995年にはプラネタリアムも装備され、ノーマン・ロッキヤー天文台協会(NLOA)が設立される。こうして、ようやく、公共天文台として整備されて現在に至っている。現在の天文台長はジョン・ポンスフォード氏(Mr. John Ponsford)である。



図7 ノーマン・ロッキヤー天文台の俯瞰図。5棟のドームは右上から時計回りにビクトリア、プラネタリアム、モンド、ケンジングトン、マクリーンである。マクリーンドームの北側にシデロスタットが見えている。モンドドームの下のスケールは長さ50 mを示す。(グーグルアースより)

NLOAは広く地域の科学教育、普及活動の推進に当たっているが、中心はやはり天文分野である。ノーマン・ロッキヤー天文台を訪ねると本館の東側に広い敷地が広がり、ドームとプラネタリアムの散在するのが見える。本館には研修室、シアター、図書室などがあり、右側の敷地には次のような設備が配置されている(図7)。

モンドドーム：ロッキヤーが最初に装備した1871年製の16 cm望遠鏡でロッキヤー望遠鏡と命名され、太陽観測に用いられた歴史的望遠鏡(図4)を格納する。

ケンジングトンドーム：サウスケンジングトンの太陽物理天文台から移されたケンジングトン望遠鏡(図5)を格納する。

マクリーンドーム：同じく太陽物理天文台から移された双筒の屈折写真真儀を格納。これは1890年代に国際的なカルテ・ド・シエール(全天写真星図)事業に参加した望遠鏡。このドームの北側



図8 天文祭り賑やかな天文台構内。

にクック製のシデロスタットが置かれ、太陽像と太陽スペクトルの観測と公開展示を行っている。

ビクトリアドーム：ニュートン式反射鏡を格納する新しい設備（1999年設置）。

ジェイムス・ロッキヤープラネタリウム：60人席のプラネタリウムでスピッツプロジェクトが装備されている。

この天文台はNLOが主体となり、地域のアマチュア天文団体との協力の下に通常の見学者受け入れのほかに、さまざまな普及活動のプログラムをもっている。その中にはエクセター大学の天文学グループとの協力の下に、天文集中コースとして、ワンデーコース、イブニングコース、小中学校コースなどがあり、いずれも講義のほかにドーム、プラネタリウム見学から観測体験、分光実験などが組み込まれている。

また、2006年から毎年、夏季に天文祭りが開かれている。この日は天文台が開放され、午前午後2回ずつ天文レクチャーが開かれる。敷地には飲食露店も並び、図書、望遠鏡、天文グッズなどのショッピングコーナーも開かれる。近くのジュラ海岸は世界遺産にも登録された名勝の地でもあり、また、このウェールズ地方では類を見ない賑やかな天文行事なので多くの人が訪れている。

ノーマン・ロッキヤー天文台を訪れたら、付近のジュラ海岸の奇岩の並ぶ風景や、ダートムア国立公園の湿原やヒース草原に遊ぶのも一興であろう。また、デボン州のあるコーンウォール半島はケルトの地として魔女や妖精の住むという伝説の場所も多く、魔女博物館までであるというから驚きである。このあたりはバーチャルではなくて実際に訪ねて見たいところである。

図版出典

- 図1 エクセター大学アーカイブ
 <<http://projects.exeter.ac.uk/nlo/about/nlockyer.htm>>
- 図2 Wilkins G. A., 2004, *J. Astr. Data* 10, 153
- 図3, 4, 5 8, Website: Norman Lockyer Observatory
 <<http://www.normanlockyer.org/>>
- 図6 Devorkin D., 1984, in *Astrophysics and twentieth-century astronomy to 1950* (A. Gingerich, ed.), p. 94
- 図7 Google Earth

Virtual Visit of Historical Observatories. 2. Norman Lockyer Observatory

Tomokazu KOGURE

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

Abstract: Norman Lockyer Observatory (NLO) was originally founded by Norman Lockyer with his telescopes, used for solar and stellar spectroscopic observations. He discovered helium in solar spectrum and proposed a hypothesis of two-way stellar evolution based on his spectral classification of stars. NLO is located in Sidmouth, Devonshire, England, and was opened in 1984 as a public observatory for astronomy education and popularization. A virtual visit is made to the NLO for recollecting Lockyer's works and for reviewing its present activities.