

連載

恒星天文学の源流【8】

ハーバード天文台とHD星表の成立 その2

小暮智一（元京都大学）

3. ハーバード天文台の創設と写真観測時代の始まり

ハーバード天文台(Harvard College Observatory または Astronomical Observatory of Harvard College) はハーバード大学の附属施設として1839年に設立されるが、ハーバード大学(Harvard College) はそれより200年も遡る長い歴史をもっている[20], [21]。

イギリスからの移民によって1630年にマサチューセッツ湾植民地が開設され、その6年後に大学が設立された。大学の名はロンドンから移住し、植民地の開発に貢献したイギリス国教司祭のジョン・ハーバード(John Harvard, 1606 – 1638)に由来する。また、地名のケンブリッジは母国の偉人アイザック・ニュートンの生地にあやかって付けられた。大学は若者に開かれた学園であったが、1642年次の講義科目を見ると「神学」のほかに「論理学、自然および道徳哲学、数学、幾何学、天文学」があげられており、ヨーロッパの古典的大学にその範をとっている。

天文学は講義題目にはあげられていたが、その研究教育は長い間、関心と呼ばなかった、それから1世紀以上、ときには日食観測(1694年)、金星の日面通過観測(1761年)などに観測隊派遣などのイベントも実施されたが一時的な行事に終わっていた。

大学に附属天文台を設置しようという動きは1820年代になって提案されるようになったが、なかなか実現しない。連邦政府や大学理事などからのトップダウンの計画であったこと、計画を推進する適材がいなかったことなどが原因であった。

ようやく、注目されたのは当時ロンドン滞在中のウィリアム・ボンド(William Cranch

Bond, 1789 – 1859)であった。ボンドはボストン在住の時計メーカーで、その天文用、航海用クロノメータの高い製作技術は広く知られていた。また、アマチュア天文家としても知られていた。そこでボンドは大学に招かれて天文台建設計画に加わり、観測装置を中心に天文台の構想を進めることになる。

1839年10月、ボンドの構想にしたがってハーバード天文台は開設され、彼は初代台長に任命される。当初の設備は子午儀、クロノメータ、1台の屈折望遠鏡、2台の反射望遠鏡、地磁気、気象観測装置などである。この天文台は位置天文学と月惑星観測を主とする、グリニッジ天文台を範とした伝統的天文台であった。

1844年、天文台は大学構内から郊外のサマーハウスヒル(Summer-House Hill)に移され、1847年にミュンヘンのメルツ&マラー社(Merz and Mahler、フラウンホーヘルからの継承企業)製の“Great Refractor”と呼ばれる15”(38 cm)屈折赤道儀が設置される(図7)。最初のテスト観測はアンドロメダ星雲とオリオン星雲であったが、高い解像度を示し、結果は満足できるものであった。最初の成果は土星の輪の中にボンドの暗黒リング(Bond's ring)と呼ばれる内部の暗いリングの発見であったという。1890年代に撮影された天文台構内の写真を図8に示そう。

歴代の台長名と台長就任期間は第5代まで次のようになっている。

初代 ウィリアム・ボンド(William Cranch Bond) 1839 – 1859

第2代 ジョージ・ボンド(George Philips Bond) 1859 – 1865

第3代 ウインロック(Joseph Winlock)

1866 – 1875

第 4 代 ピッケリング (Edward Charles Pickering) 1876 – 1919

第 5 代 シャプレー (Harlow Shapley)

1920 – 1952

ハーバード天文台には初代台長以来、台長は在職中に他界するというジンクスがあった。ピッケリングもその例に漏れず 1919 年に病を得て亡くなったが、このジンクスはようやくシャプレー (1885 - 1972) によって破られた。シャプレーは退職後の生活を十分に楽しんだのである、第 2 代のジョージは初代ウィリアムの息子で写真技術に優れていた。第 3 代のウインロックはアメリカ航海暦 (American Ephemeris and Nautical Almanac) の編集にも携わった位置天文学、測地学の人であった。本格的な物理観測はピッケリングの台長時代から始まり、シャプレーに引き継がれる。

なお、アメリカでハーバード天文台より前に創立された公立の天文台には海軍天文台 (U.S. Naval Observatory、1830 年設立)、エール大学天文台 (Yale University Observatory、1830 年設立)、ホプキンス天文台 (Hopkins Observatory、1838 年設立) などがあるが、いずれも 19 世紀を通して太陽系天体、位置天文などの「伝統的」天文観測を行っていた。ハーバード天文台に匹敵する物理的観測を行うようになったのは 1880 年台以降に設立されたリック天文台 (Lick Observatory、1888 年開設) とヤーキス天文台 (Yerkes Observatory、1897 年開設) である。ハーバードはアメリカでも最も先進的な天文台であった。

ハーバード天文台が開設されたのはちょうどパリでダゲールが写真を発明した頃であった。それをいち早くアメリカに伝えたのは前節で見たようにジョン・ウィリアム・ドレイパー

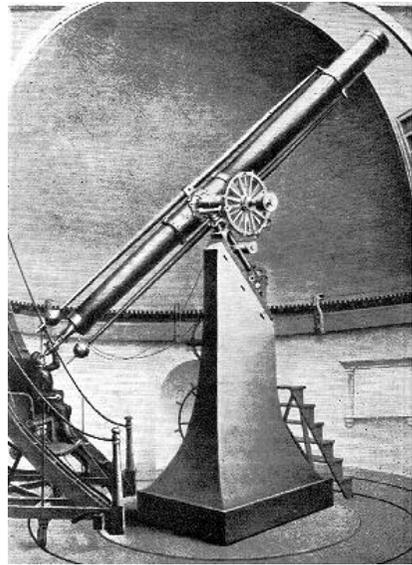


図 7 ハーバード天文台の Great Refractor と呼ばれる 1847 年製の 15 インチ (38 cm) 屈折望遠鏡 [22]

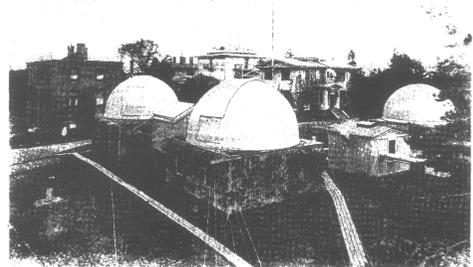


図 8 1890 年代のハーバード天文台 手前の 3 つのドームは左から順に 13 インチポイデン屈折鏡、28 インチドレイパー反射鏡、11 インチドレイパー屈折鏡。中央ドームの最奥の建物がシアーズ・タワー (Sears Tower) と呼ばれて 15 インチ屈折鏡を格納する。左奥のレンガ建物は 1892 年に建てられた研究棟である [23]。

であったが、ハーバード天文台はその後、アメリカにおける天体写真の先駆的役割を果たすようになるので、ここで、写真技術の発展に

ついてひとこと触れておこう。その発展は大きく次の4段階に分けられる[24]。

i) ダゲレオタイプ (1839) 銅版にヨウ化銀をコーティングした乾板で、露出後、ポジのまま現像し、食塩液で定着させる方式である。感度が低く日中でも10-20分の露出を要したため、風景や静物が主体であったが、初の実用的写真として流行した。ジョン・ウィリアム・ドレイパーはすでに述べたようにヨウ化銀に臭化銀を加えることによって感度を著しく向上させ、月面写真にも成功している。

ii) カロタイプ (1841) 紙に塗布した塩化銀を感光して陰画(ネガ)を作り、別の印画紙に陽画(ポジ)を焼き付けるという方式である。イギリスの芸術家、ウィリアム・フォックス・タルボット (William Fox Talbot) によって考案された。ネガ・ポジ方式の始まりで多数の写真が複製可能になった。タルボットは1844年にこの方式による世界で初の風景写真集を刊行している。

iii) 湿式コロディオソ法(1851) イギリスのフレデリック・アーチャー (Frederick Scott Archer) によって開発された。原理的には硝子板にコロディオソ溶液(乳剤、ニトロセルローズをアルコールとエーテルで溶解したもの)と硝酸銀溶液(感光剤)とを塗布して湿った状態で撮影する方式である。この方式も種々改良が加えられ、写真の感度、解像度も次第に向上し、天体写真観測にも応用されるようになった。

ジョージ・ボンド(第2代ハーバード天文台長)は1858年の1月、ドナティ彗星の写真撮影を行っているが、まだ写真感度が低く、長い尾をもち0等級に輝いていた彗星も、中心核の一部を撮影するにとどまった。1863年ごろから写真観測を始めたヘンリー・ドレイパーはコロディオソ乳剤の改良に取り組み、ヘイスティングス天文台において惑星や星の

分光観測に成功している。

iv) ゼラチン・プロマイド乾板法 (1871) イギリスの医師でアマチュア写真家のリチャード・マドックス (Richard Leach Maddox) によって考案された。臭化銀をゼラチンに混ぜた感光乳剤を硝子板にコーティングした乾式乾板で感度が高く、しかも、取り扱いが便利であったため、急速に流布する。天体観測で最初に乾式に取り組んだのはハギンス夫妻 (1875)で、アメリカにはヘンリー・ドレイパーを通じて導入される。それを引き継いだエドワード・ピッケリングによって写真測光、写真分光に応用され、ハーバード天文台に本格的な写真観測時代が始まった。

4. エドワード・ピッケリング (Edward Charles Pickering, 1846 - 1919)

4.1 生い立ちからハーバード天文台長へ

エドワード・チャールス・ピッケリング (Edward Charles Pickering) は父エドワード (Edward Pickering) と母シャルロット (Charlotte Hammond) の長男として生まれた。

ピッケリング家の祖先は殖民時代にイギリス本土のヨーク州からの移住に遡る。一家はその後代々、ボストンにおいて商人、弁護士、医師などに携わり、地域に溶け込んできた[23], [25]。

ピッケリングは小学校を卒業後ボストンのラテン学校に入ってラテン語や古典文学などを学ぶが、古典より科学への興味が高まりハーバード大学のローレンス科学校 (Lawrence Scientific School) に入学する。ここは事業家・政治家であったアボット・ローレンス (Abott Lowrense) の遺贈によって1855年に開設された理工系学部である。ここで物理学を学び1865年、19才で卒業する。成績が優秀であったため、すぐに母校の数学講師を委嘱されるが、翌年、マサチューセッツ工科

大学 (Massachusetts Institute of Technology = MIT) の助手に採用される。

MIT は自然哲学者ウイリヤム・バートン・ロジャース (William B. Rogers) によって 1861 年に開設され、1865 年から学生を受け入れるようになった。MIT の学長でもあったロジャースは創立当初から、物理学の講義には学生実験室が必要であると考え、新しいシステムを構想していた。当時の講義は米欧どこでも、実験は実験助手が教壇の脇で行うものと決まっていた。ロジャースは自らの構想について 1868 年に年若い助手のピッケリングに次のような内容の手紙を送っている：

「MIT には差し迫ったいくつかの課題があるが、私は (学生実験室の) 構想を棄てることができない。それには貴方の指導の下に幅広く、特徴を持つように進めるのが最も良いと思う。」 [25]

こうしてピッケリングは企画を任される。彼は学生用の実験台と必要器具を備えた物理実験室システムを発足させて、MIT における物理学教育に大きな革新をもたらした。学生自らに考えさせ、体験させる実験室の有効性はすぐに認められ、広く全米の大学で採用されるようになって物理学教育に 1 つの転機をもたらした。

MIT には 10 年間勤務し、その間、おもに光学理論と光学機器の開発に取り組んだが、ハーバード天文台長ジョセフ・ウインロックから実地天文学の指導も受けている。彼はやがて測地学や実地天文学の講義を担当するようになり、また、望遠鏡メーカーのアルバン・クラーク & サン社 (Alvan Clark & Son) のために分光器の設計を行ったりしている。これらはウインロックのあとを継いで天文台長に就任した以降も彼の観測技術の基盤となっている。

1874 年にはリッジー・W・スパースク

(Lizzie Wadsworth Sparks) と結婚して家庭を築く。リッジーは良き脇役としてピッケリングを助けたが、1906 年に夫に先立って他界する。夫妻は子供に恵まれなかった。



図 9 ピッケリング肖像 [23]

1875 年にウインロックが急死すると、ピッケリングはハーバード大学長のエリオット (Charles W. Eliot) の推薦によって 1876 年に第 4 代台長に就任する。この人事に対し「伝統的」天文学者の間から、なぜ物理学者を天文台長にするのかといった批判があった。実地天文学の分野であれば候補者は多数いたからである。しかし、エリオットは天文台を近代化するという信念のもとに、MIT におけるピッケリングの物理学教育の革新性やすぐれた研究活動に注目して、あえてピッケリングを台長に選任した。

台長として、彼は子午儀による位置観測を継続し、星表の作成にも取り組んでいるが、彼に与えられた大きな課題は、エリオットの期待に応えて、天文台を伝統的天文学から天体物理学の観測へと衣替えすることであった。

彼の基本的考え方は「大量の天体データの集積が将来の天体物理の発展には不可欠」というもので、天体データの基本は写真観測にあった。最初の目標は写真測光で、将来は写真分光も視野に入っていた。まだ湿式乾板の時代であったがピッケリングは写真観測の将来に大きな期待を寄せていたのである。

しかし、天文台の観測設備も限られていた。当時、天文台の主要な設備は8" (20 cm) 子午儀のほかは15" (38 cm) 屈折赤道儀であったが、写真用に改造の必要があった。大学からの資金は限られていたので設備の整備のため募金活動を始める。ピッケリングは「南天を含めた全天の写真観測を行うこと、変動天体の長期的モニターを行うこと」の意義を広く社会にアピールしたところ、多くの個人、企業から1年間で数十万ドルの資金が天文台に寄せられた。彼はその資金に基づいて多くの観測設備を整えたが、その中には15インチ (38 cm) 屈折鏡に写真測光装置および対物プリズムによる分光装置取り付け、24インチ (61 cm) ブルース双筒屈折鏡を新設、それに広視野写真測光装置 (60平方度の視野をもち、1時間露出で17等級まで撮影) を装着などが含まれている。ピッケリングは星の光度を測定する新しい測光装置を考案し、これらの望遠鏡によって全天の明るい星のサーベイに取り組んでいる。しかし、この時期はまだ湿式乾板の時代で感度も低く、解像度も限られていた。

ピッケリングが乾式写真の有効性に着目したのは1882年のヘンリー・ドレイパーとの会合のときである。アンナ夫人から提供された乾式乾板による恒星スペクトルに魅了された彼はそのとき2つの大きな課題が頭に浮かんだ。第1は恒星の写真測光、第2は恒星の写真分光である。これらの課題はハーバード大学とアンナ夫人の協力で大きく進展することになる (後述)。

なお、ピッケリングには12才年下の弟がいて、ウィリアム・H・ピッケリング (William Henry Pickering, 1858–1938) という。ウィリアムはMITで電気工学を専攻していたが、卒業後、兄の指導のもとに天文学に転じ、写真技術の開発に貢献している。彼は星像の直径を測定するという方法を用いて15等級までの星の写真等級を測定し、それをオリオン星雲の等光度曲線マップ (isophotal charts) の作成に応用している。当時はまだ星雲の表面測光法が確立されていなかったため、彼は星雲の明るさを周辺の星像との比較によって眼視的に推定した。プリミティブな方法であったがオリオン星雲の構造をよく示しているのでそれを図10に示そう [26]。これは星雲の等光度曲線マップとしては世界で最初の図である。彼はこの図について内部構造や星の分布などについて詳しい考察を行い星雲測光のパイオニアとなっている。

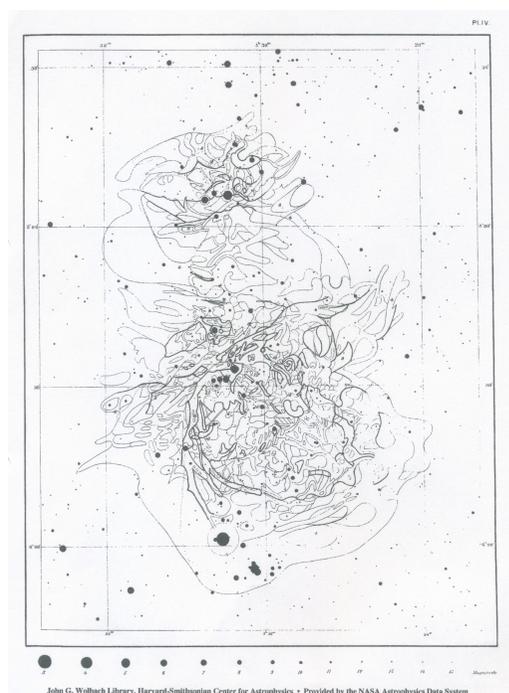


図10 W. H. Pickeringによるオリオン星雲の等光度曲線マップ [26]

4.2 恒星写真測光と変光星プロジェクト

ピッケリングの第1の研究課題は星の光度変化の測定であった。彼は測定に眼視的測光と写真測光を併用し、種々の測定装置を考案している。眼視法の代表例はピッケリング式子午線測光器である。これは2個の同じ型の子午線望遠鏡の光軸をわずかに東西方向にずらして装備し、一方を目的星、他を標準星に向ける。子午線通過時、2つの望遠鏡から入った光線をニコルプリズム、スリット、ニコルプリズムの順に組み合わせて視野中に2つの星像を結ばせ、第2のニコルプリズムの回転によって両星の相対光度を測定する、という装置である[23]。ピッケリングは対物鏡の口径を2" (5 cm), 4" (10 cm), 8" (20 cm) と順次拡大した3種類の測光装置を順次製作し、天文台の事業として1879年から1906年の間に108万個の星の光度(等級)測定を行い、カタログとして出版している[27]。

一方、写真法は1882年に乾式写真の導入によって考案された。これは星像の大きさによって星の相対光度を測定するものである。恐らく星像サイズを等級に応じてスケール化し、乾板上の星像と比較したのであろう。因みに星像サイズを自動的に測定するアイリス測光器はおなじハーバード天文台で1938年に発明されている。

写真測光の主目的は変光星のサーベイとモニターであった。全天球から規則的に選び出された選択天域についてモニター観測を行うもので、この仕事はフレミングやヘンリエッタ・リービットらに引き継がれ、多数の変光星や特異星の発見につながった。ピッケリングが観測を始めた1870年代には全天で200個程度であった変光星数は1915年には4500星と増加し、そのうち、4分の3はハーバード天文台の写真乾板で発見されている[28]。

物理学者としてのピッケリングの意図は恒星の物理的本性の解明にあった。どんな理論も観測的裏付けがなければ意味がないとし、理論を構築する前に十分な観測データの集積が必要と考えていた。1880年頃、彼の関心は変光星の変光原因に注がれていた。その頃、変光の原因については非均一な星表面の自転や、惑星との潮汐作用によるとする説などが断片的に唱えられていたが、一般的には全くといって良いほど物理的解釈は試みられていなかった。その中で、ピッケリングは自らの観測に基づいて変光星を次の5通りに分類している[29]。

- I 一時的な変光星 (新星)
- II 長周期変光星
- III 微小変動を示す星 (Ori, Cas など)
- IV 短周期変光星 (Cep, Lyr など)
- V アルゴール型変光星

ピッケリングはこれらの変光タイプの違いは変光原因に違いがあるためと考え、それを解明するにはさらに多くの観測を積み重ねる必要があると考えた。しかし、変動の主体は星自体にあるだろうと推測し、タイプVについては連星の食作用によることを示唆している。こうした変光星の物理課程を見極めるために彼はハーバード天文台で写真測光の観測を展開すると同時に、広くアマチュア観測家にも協力を求めた。

1909年、ピッケリングはアメリカ科学協会の会合で変光星についての講演を行い、変光星の広汎で、また、連続した観測の意義を語り、アマチュア観測家の協力の必要性を呼びかけた[28]。この講演にはウィリアム・オルコット (William Tyler Olcott) を始めとする多くのアマチュア天文家や、バサール女子大付属天文台長など各地から呼応があった。こうして1911年6月にピッケリングの提唱によってアメリカ変光星観測者協会 AAVSO

(American Association of Variable Star Observer) が発足した。ハーバード天文台は長いあいだ事務局を提供してきたが、AAVSOはその後、天文台を離れて独立し、時の台長ハロー・シャプレーによって推薦されたマーガレット・メイヨール (Margaret W. Mayall, 1902 - 1996) が会長(1949-1973)を務めてアマチュアと研究者の協同による天文学の発展に寄与することになる[30]。



図 11 ハーバード天文台で開かれた 1917 年の AAVSO の会合におけるピッケリング (後列ドアの前、左) とアンニー・J・キャノン (前列に座っている女性の中央)、ヘンリエッタ・リービット (キャノンの右) [30]

4.3 分光分類プロジェクト

ピッケリングが恒星分光の仕事をしたころ、標準的な分光分類はセッキおよびボーゲルによる分光型であった。始めにそれを表 1 にまとめておこう。

これらの分類は眼視またはスケッチによって行っているので、波長の同定や相対強度の測定はきわめて不十分であった。そのため、分類の種別も限られたものとなっている。分類精度を上げるためには写真分光が不可欠である。ピッケリングの意図は写真技術を活かして、全天の明るい星の精密な分光分類を行うところにあった。

ピッケリングも最初はセッキの分類法から始めた。初期の分類ではまだ眼視的に、主として赤色の星に対してセッキ型の分類を行っている[31]。そのときは赤色星 79 個 (3 個の惑星状星雲を含む) に対し、スペクトル型を III, IV およびバンド型の 3 種に分けている。新しく追加したバンド型についての説明はないが、赤色星の仲間でセッキの標準星と異な

表 1 セッキとボーゲルの分類表のまとめ (「恒星分光の開幕」2009 年 7 月号参照)

Secchi (1868, 1877)			Vogel (1874)	
分光型	色	特徴	分光型	MK 分類
I	白、青	水素吸収線	Ia	A
			Ib	O,B
			Ic	Be
II	黄色	太陽型	IIa	F5 - K5
			IIb	Nova, WR, Mira
III	橙、赤	赤色星	IIIa	M
IV	赤	炭素星	IIIb	炭素星
V	白	早期輝線星	Ic	

ったスペクトルをもつ星と考えられる。

しかし、1882年の秋、アンナ夫人から提供されたヘンリー・ドレイパーのスペクトル写真に強い感銘を受ける。早速、波長と相対強度の測定を行ったが[17]、そのときにピッケリングの頭の中に壮大な計画が浮かび上がってきた。最初は変光星の観測計画を立てていたが[26]、アンナ夫人の援助によって、機器が整備され、計算助手を雇う目安が立ったので、全天の星の写真測光と分光分類という計画を発足させることになったのである。

最初に雇われたのはウィリャミナ・フレミング (Williamina Fleming) で、ピッケリングの指導の下に第1世代のヘンリー・ドレイパー記念カタログ (Henry Draper Memorial) を作成する。第2世代はアントニア・マウリー (Antonia Maury) によるHD記念カタログの第一部を作成するが、これはピッケリングの思惑と外れていた。フレミングの分類法を発展させてHDカタログを完成させたのはアンニー・キャノン (Annie J. Cannon) であった。これらの発展については次節から順に触れていこう。

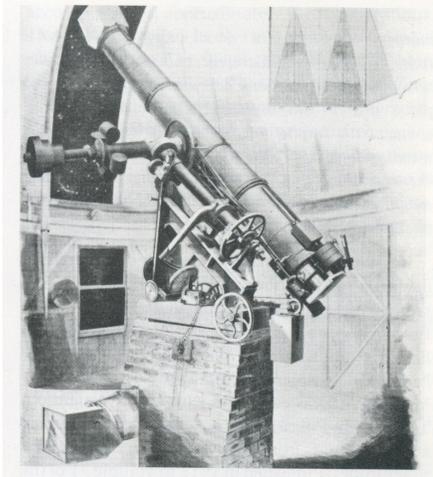


図 12 ハーバード天文台の対物プリズムを装着したドレイパー11" インチ(28 cm) 屈折望遠鏡。広域写真分光観測に活躍する[32]。

4.4 ピッケリングと女性科学者

ピッケリングはハーバード天文台での仕事を遂行するのにハーレムと呼ばれるほど多くの女性計算助手 (lady computer) を雇いあげた。当時、コンピュータとは器械ではなく人を指していた。彼が他の天文台と違って多くの計算助手を必要とした理由はその観測プロジェクトにある。当時のアメリカでは観測は観測者の関心と興味によって個人的に行われるのが通常であったから、助手の数も少なくなくて済んだ。ピッケリングは全天の星の写真測光、分光分類という大きなプロジェクトを立ち上げたために、1つのプロジェクトでも数人の人手が必要であった。限られた予算でそれを実行するには賃金の低い女性を雇うほかはなかった。女性の賃金は男性の半分以下で、マウリーやキャノンの時代に時間給 25セント程度であったが、1940年代になっても状態は変わらず、ホッフライトが助手としてハーバード天文台で働いていたときも時間給は40セント (男性は1ドル) に過ぎなかった。それにしても、臨時職という条件付ではあったがハーバード天文台が研究職として女性を雇いあげたのは1881年のフレミングが最初であって、ハーバード大学全体としても、創立以来300年間固執されてきた、研究職は男性に限る、という男性社会の一角が始めて崩されたのであった。

こうして雇いあげられた計算助手のなかにはマウリー、キャノン、リービットら高学歴の人もおり、その人たちは優れた業績をあげていたが、大部分の天文台助手はその日暮らしの単純な作業に追われ、誰もが低賃金に悩んでいた。あるとき、フレミングが賃金についてピッケリングに不満を訴え、ピッケリングも同情して大学当局に賃上げを要請したこともあった。しかし、女性の低賃金という社会的な背景もあり、また、大学の財政事情も

あって要請は受け入れられなかった。

ピッケリングは女性たちに同情はしていたが、彼自身がエネルギーギッシュな研究者であったため仕事に関しては厳格だった。男女を問わず助手たちは彼の前ではだれもぴりぴりしていたようである。

ピッケリングが他界したあと、気分が次第に緩んだのであろう。天文台にはアプトン (Winslow Upton) という若い観測助手がいた。ある大晦日の晩、彼は当時、流行していたコミックオペラ「女王艦のピナフォール号」をもじった「天文台のピナフォール号」と題した即興劇を作って、女性たちと一緒に演じた。オペラの中から歌詞を替えていくつも歌を作り、その晩は仕事とサラリーの悩みを吹き飛ばすように踊ったり歌ったりした。その歌のなかに天文助手の嘆きをうたったものがある。

天文助手は哀れなものさ
その自由さはまるで籠のなかの鳥
いつも台長の声にびくびく
ドームを開けて、歯車を回す
さあ、まじめに観測だ
どんなに寒くても仕事はこなそう
それでもまともなサラリーなんか望
めないのさ。

これは女性たちにも大うけし、パロディを唱和したという。愉快ではあるがもの哀しさもあり、当時の天文台の観測助手や計算助手たちの社会的位置を垣間見せる挿話になっている[21]。

女性の待遇はウイリャミナ・フレミングを正職員に採用した 1898 年頃から少しずつ改善される。社会的に女性の活動の場が少ない中で、ハーバード天文台は多くの女性科学者を育成したが、それはピッケリングの指導力によるものであった。ピッケリングを引き継いだ第 5 代台長のハロー・シャプレーも女性の位置の向上に力を尽くしている。この 2 人

の台長によって育て上げられた女性科学者には HD 星表の成立に寄与した 3 人のほかに次のような人たちがいる：

ヘンリエッタ・リービット (Henrietta S. Leavitt, 1868 - 1921) 変光星の観測、マゼラン星雲でセフェイド変光星の光度周期関係を発見する。

マーガレット・メイヨール (Margaret W. Mayall, 1866 - 1952) 変光星の観測、キャノンに協力して HDEC の作成に当たり、後には AAVSO の会長として変光星観測に大きく貢献する。

セシリア・ペイン・ガボシュキン (Cecilia Payne-Gaposchkin, 1900 - 1979) 恒星分光の観測と理論、太陽大気組成が水素とヘリウムが主体であると指摘した。

ドリット・ホッフライト (Doritt Hoffleit, 1907 - 2007) 分光観測、後にリック天文台に移り、輝星星表 (Bright Star Catalogue) の作成と改定を行う。

これらの女性のうちセシリア・ペイン・ガボシュキンは 1950 年代になってハーバード天文台における初めての女性教授となり、ついで分光部長に任命される。女性の地位向上にはピッケリングに続くハロー・シャプレーの尽力も大きい。こうして、フレミング以来のハーバード天文台における女性の活躍は男性中心の社会にたいする優れた女性進出の範例となっている。

文 献

[17](再掲) Young, C. A. and Pickering, E. 1883, Proc. Amer. Acad. of Arts and Sci. 19, 231 - 261.

[20] Bailey, S. I. 1931, Harvard Observatory Monographs, No. 4, 1 - 295, The History and Work of Harvard Observatory, 1839 - 1927.

-
-
- [21] Jones, B. Z. and Boyd, Lyle G. 1971, The Harvard College Observatory. The First Four Directorship, 1839 – 1919, The Belknap Press of Harvard University Press
- [22] King, H. C. 1955, The History of the Telescope, Dover Publ., p.249 (Fig.102)
- [23] Plotkin, H. 1990, J. Hist. Ast., 21, 47 – 58, Edward Charles Pickering. (伝記)
- [24] 写真史、フリー百科事典
< <http://ja.wikipedia.org/wiki/写真史> >
- [25] Bailey, S. I. 1912, Biographical Mem. of National Acad. Sci. of USA, Vol. 15, 167 – 178, Edward Charles Pickering, 1846 – 1919. (伝記)
- [26] Pickering, W. H. 1895, Annals of Astron. Obs. of Harvard College, 32, 1, Investigations in astronomical photography.
- [27] Pickering, E. C. (ed.) 1908, Annals of Harvard College Observatory, 50, 1, Revised Harvard photometry, A catalogue of 9110 stars, mainly of magnitude 6.50 and brighter, observed with the 2 and 4 inch meridian photometers.
- [28] Hoffleit, D. 1972, Journal of AAVSO, 1, 3 – 8, E. C. Pickering in the history of variable star astronomy.
- [29] Pickering, E. C. 1883, The Observatory, Vol. 6, p. 46 – 51, 79 – 82, A plan for securing observations of the variable stars.
- [30] Hogg, H. S. 1984, in Astrophysics and twentieth-century astronomy to 1950, Part .A, 73 – 89, Variable Stars.
- [31] Pickering, E. C. 1881, Astronomische Nachrichten, 99, 375. Schreiben des Herren Professor Edw. C. Pickering an den Herausgeber.
- [32] Lankford, J. 1984, in Astrophysics and twentieth-century astronomy to 1950, Part .A, 16 – 39, The impact of photograph on astronomy.

小暮智一 (元京都大学)