

# 1 まえがき：飛騨天文台 50 周年にあたって

京都大学の天文台は、1910 年、京大吉田キャンパスの時計台の近くに、ドイツから輸入したザートリウス 18cm 屈折望遠鏡を設置したのが始まりです。当時、京大物理学教室で測地学や固体物理学を研究していた新城新蔵博士が、ドイツ・ゲッチンゲンに留学しており、ゲッチンゲン天文台長カール・シュバルツシルド (Karl Schwarzschild) 博士の講義に感銘を受け、これからは新しい宇宙物理学の時代だ、と京大に戻って宇宙物理学研究を開始したのが、京大の宇宙物理学・天文学の始まりでした。さらに新城博士はゲッチンゲンでザートリウス望遠鏡を購入して日本に戻り、上記のように京大最初の天文台を設立したのです。1920 年には、新城博士は主任を務めていた物理学教室第 4 講座 (宇宙物理学) を宇宙物理学教室として独立させました。

その後、京都大学周辺の環境が次第に悪くなってきたことを受けて、1929 年、京都東山に花山天文台が設立され、初代天文台長には、新城博士の最初の弟子の山本一清博士が着任しました。山本博士は、日本中の天文好きの人々や子供たちを花山天文台に招き、また日本中に出かけて行って天文学の普及に非常に熱心に努めました。その結果、日本中にアマチュア天文家が生まれ、花山天文台は「アマチュア天文学の聖地」と呼ばれるようになりました。第 2 次大戦後、花山天文台では、山本博士の弟子の宮本正太郎博士 (第 3 代台長) が火星に偏東風を発見するなど火星気象学の開拓で大きな成果をあげました。また、宮本博士率いる花山天文台はアポロ計画の前に NASA の主導する月面地図作り国際 (米欧日) 共同観測に世界の三極の鼎の一つとして協力し、月の観測的研究でも大きな足跡を残しました。

花山天文台のある京都東山地区も、戦後の山科の発展とともに周辺の環境が急速に悪化したため、1968 年に飛騨天文台が設立されました。このとき、宮本正太郎博士の月・火星観測での活躍が飛騨天文台設立の大きな原動力となりました。以来、飛騨天文台は今年に至るまで、京都大学の最先端の天文台として 50 年もの長きにわたり太陽系観測天文学をリードしてきました。1968 年の飛騨天文台設立当初は、花山天文台より移設した 60cm 反射望遠鏡が唯一の望遠鏡だったのですが、1972 年に屈折望遠鏡では東洋一の口径の 65cm 屈折望遠鏡ができ、花山天文台時代からの伝統を引き継いで惑星・月観測で活躍しました。

1979 年になると、当時で 26 億円もの予算をつぎ込んで、太陽専用のドームレス太陽望遠鏡 (DST: Domeless Solar Telescope) が完成しました。太陽分野では我が国初の世界トップクラスの太陽望遠鏡でした。この DST 開発に関しては、製造元のカールツァイス社ばかり有名になっていますが、京大飛騨天文台で技術面を担当していた中井善寛助手と船越康宏技官の超人的な働きなしには決して完成できなかったことを記録しておくべきでしょう。

それ以来 40 年近くたちましたが、DST と主装置たる水平・垂直分光器は、太陽分光観測では今だに世界のトップクラスの性能を維持しています。その間、太陽フレアの分光観測から  $H\alpha$  線赤方非対称の謎を解明し、彩層蒸発 (上昇流) の反作用としての彩層下降流の存在を確立しました (一本潔と黒河宏企 1984)。この研究は、DST・分光器の世界トップクラスの性能をいかに発揮した研究であり、太陽彩層のフレア構造・ダイナミック

スを解明した研究として、太陽物理学の歴史に残る研究と言えます。その他、DST・分光器の成果としては、エラーマン・ボム (ムスターシュともいう、光球・彩層の小爆発現象) の研究 (北井礼三郎 1983、黒河宏企ら 1982) が特筆できますが、当時、世界で同レベルの観測的研究を推進できる太陽観測所があまりにも少なかったこともあり、世界的な注目を集めなかったのは残念なことでした。エラーマン・ボムに関しては、日本のひので衛星 (2006 年)、米国の SDO 衛星 (2010 年)、IRIS 衛星 (2013 年) の打ち上げのおかげで、現在ではようやく誰にでも研究できるようになり、30 年の時を経て、飛騨天文台の 1980 年代の論文が最近頻繁に引用されるようになっていきます。

1992 年には、飛騨天文台に太陽全面を  $H\alpha$  線フィルターを用いて速度場観測ができるフレア監視望遠鏡 (FMT: Flare Monitoring Telescope) ができました。太陽黒点が多いときなど、DST を用いて太陽面のごく一部を高解像度で観測していると、別の場所でフレアが発生し、重要なフレアを見逃すことが多々あります。そういう悔しい経験に基づき、そのようなことがないようにしたい、という黒河宏企台長 (第 8 代台長) のアイデア (熱い思い) によるものでした。これは口径 6.4cm の屈折望遠鏡を 6 本搭載したもので、1500 万円ほどの予算でできました。FMT は  $H\alpha$  速度場観測で常時太陽面全体を監視しているという特徴を生かし、1997 年から 10 年間にモートン波 (太陽コロナを伝搬する衝撃波に起因する波動現象) を 20 例以上発見しました。これは当時の世界全体で発見されたモートン波の実に半分近くに達するものでした。

その後、2003 年には、黒河宏企台長の尽力により、DST の改修 (4 億円) とともに、FMT の発展版である、太陽磁場活動望遠鏡 (SMART: Solar Magnetic Activity Research Telescope) ができました (建設費 4 億円)。SMART は、口径 20cm 屈折望遠鏡 2 本と口径 25cm 屈折望遠鏡 2 本の計 4 本からなる望遠鏡で、20cm の 2 本は太陽全面の  $H\alpha$  像と磁場を観測し、25cm は太陽面の一部の活動領域だけを少し高分解能で観測するという目的で設置されました。 $H\alpha$  の全面太陽観測は、FMT を引き継ぎ、しかも太陽全面  $H\alpha$  単色像の空間分解能では世界一という性能もあって、モートン波の観測で特筆すべき成果をあげています (浅井歩ら、2012 年)。2016 年からは、一本潔教授のアイデアにより、 $H\alpha$  線の周辺  $H\alpha -9 \text{ \AA} \sim +9 \text{ \AA}$  を  $0.25 \text{ \AA}$  毎に狭帯域フィルターで太陽全面を単色像観測するという世界初の装置 SDDI (Solar Dynamics Doppler Imager) が開発され SMART に搭載されました。 $0.25 \text{ \AA}$  おきに波長が異なる単色像が 73 種類も得られるので、従来に比べると、波長分解能が格段に改善され、ラインプロファイルも  $0.25 \text{ \AA}$  の分解能で再現できる (いわば 2 次元分光ができる) のが特徴です。今後、プロミネンス/フィラメント噴出 (コロナ質量放出) の検出や予報 (宇宙天気予報) に活躍することが期待されています。また、SMART の磁場観測に関しては当初のプランを大幅に改善した新しい磁場観測装置 (マグネットグラフ) が永田伸一助教たちによって開発され、今後の活躍が期待されています。

FMT は、SMART 完成後、基本的なデータの特徴が SMART と共通ということもあって、2010 年に石塚睦博士、イシツカ・ホセ博士の協力により、ペルー・イカ大学に移設されました。その後、ペルー FMT で育った学生の一人の、Denis Cabezas 君が京大大学院理学研究科物理学・宇宙物理学専攻の博士課程 (指導教員: 一本) に進学したのは、大変嬉しい出来事でした。

2014 年には、かつて京大理学研究科大学院博士課程 (指導教員: 柴田) で博士号をとった

Ibrahim 博士が中心となって、サウジアラビアにも同様の FMT 型太陽望遠鏡が設置されました。ここに至って、太陽全面 H $\alpha$  速度場観測を全世界で 24 時間体制で推進するという CHAIN (Continuous H Alpha Imaging Network) プロジェクトが本格的にスタートしました。CHAIN プロジェクトの推進には、飛騨天文台の上野悟助教が大きな貢献をしています。

DST については、近年、上野悟助教らによるスペクトロヘリオグラフの開発、一本潔教授らによる偏光分光装置の開発、三浦則明博士 (北見工業大学教授) らによる補償光学観測装置の開発など、地上観測所ならではの装置開発が続々となされています。これらの新装置は未来のスペース太陽観測装置の基礎となるものであり、飛騨天文台のスペース観測の技術開発の拠点としての役割は、まだまだ大きいものがあると言えます。

飛騨天文台の DST は、40 年にわたって、地上太陽観測の世界的拠点の一つとして、日本と世界の地上太陽観測をリードしてきました。しかしその一方で、DST の性能は世界トップクラスなのに論文があまり出ていないのはなぜか? という批判がこれまで国内外からたびたび言われてきました。確かに論文の質は高いが、論文の数とか引用数とかについては、現在の世界の最先端の太陽観測所の数字に比べると見劣りがするのは否めません。しかしながら、飛騨天文台は、論文数では決して測ることのできない大きな貢献を、日本と世界の太陽物理学分野に対して成し遂げてきました。それは人材育成に関して、です。飛騨天文台の DST 完成以後の 25 年間 (1979 年–2004 年) に、京大附属天文台において太陽物理学の分野で博士号を取得した者の数は 26 人になります (理論も含む)。それに対して、同じ期間に、日本の他大学 (総研大を含む) において太陽物理学分野で博士号を取得した者の数は 44 人となります (理論も含む)。実に日本の太陽物理学全体の博士の 3 分の 1 を上回る数 (26/70) を京大は輩出したことがわかります。

人材育成に関する京大太陽グループの貢献度は別の数字からも見る事ができます。日本の太陽物理学の分野の査読雑誌論文を一つでも書いたことのある、現役研究者 (大学院生、研究員、現任教員) のリストが [http://hinode.nao.ac.jp/user/joten/paper\\_year.html](http://hinode.nao.ac.jp/user/joten/paper_year.html) にあり、現在 65 名となっています。(これが日本の現役の太陽物理学者のトータルの数) このうち京大大学院 (博士、修士) 出身・在籍者は全部で 25 人です。京大学部卒は 2 人。これに京大博士出身者の弟子 6 人、孫弟子 6 人を含めると、全部で 39 人となり、日本の太陽物理学分野の過半数となります。まさに京大飛騨天文台が日本の太陽物理学分野の研究者の半数近く (数え方によっては過半数) を輩出してきたと言えます。飛騨天文台に直接にしろ間接にしろ影響を受けて育った太陽物理学者が、実は日本のスペース太陽観測を支えてきた、と言えるのです。

このような人材育成機関としての役割を、京都大学飛騨天文台は今後も果たせるのか否かが、実は日本の太陽物理学の将来にとってきわめて重要であることがわかります。これは見方を変えると、日本の太陽物理学分野の層の薄さと、その将来への不安にもつながっています。

現在、日本の太陽物理学コミュニティは、ようこう衛星 (1991–2001: Solar A)、ひので衛星 (2006–現在: Solar B) の成功を受けて、Solar C 衛星を計画中です。昨今の予算削減のあおりを受けて、Solar C 衛星は当初の大型衛星計画から中型衛星に縮小されました。京大飛騨天文台はこの日本の太陽スペース計画にいかに関与するのか、地上観測拠点・人

材育成拠点としての役割を今後も維持できるのか、岐路に立たされていると言って良いでしょう。

しかしながら、若い人々には過去に引きずられる必要はないことも強調しておきたいと思います。何を研究するかは若者たちが決めるべきことです。宇宙物理学・天文学分野は未解決の謎に満ち溢れています。チャレンジすべき課題は無数にあります。狭い蝸壺にはまり込みさえしなければ、未来は明るいと思います。京大では岡山天文台ができ、東アジア最大の3.8mせいめい望遠鏡が完成しました。太陽フレアを様々な天体に応用したような分野、宇宙の爆発現象や突発現象、恒星スーパーフレアを世界最高の精度で観測できる新しい望遠鏡が動き出します。「恒星の太陽物理学」という新分野をスタートさせることができます。一方で、太陽の地球や人間への影響が次第に判明し始め、20年ほど前から宇宙天気という新しい分野が始まっています。飛騨天文台においても宇宙天気研究は重要課題となっています。太陽と地球・生命をつなぐと驚くべき発見があるかもしれません。岡山天文台からは、「太陽系外惑星の宇宙天気」というような新分野が生まれるかもしれません。京大宇宙ユニットでは、人類の宇宙進出へ向けて新しい学問「宇宙総合学」の開拓が始まっています。これらはみな多かれ少なかれ、飛騨天文台のこれまでの研究成果の結果、生まれてきた新分野であることを強調したいと思います。

最後に、これまで飛騨天文台に様々な面から応援をしてくださった歴代の理学研究科長・京大総長のみなさま、予算提案時や災害時にご支援くださった理学研究科事務室・本部事務室のみなさま、飛騨天文台を日常的に支えてくださった旧・現教職員や卒業生・学生・院生のみなさま、さらには学内外で飛騨天文台を応援してくださった多くの皆様方に、深く感謝申し上げます、本稿の終わりとしたいと思います。

平成30年(2018年)10月28日  
京都大学大学院理学研究科  
附属天文台台長 柴田一成