

# 京都大学花山天文台での太陽観測とデータの教育活用

○鴨部麻衣、仲谷善一、玉澤春史、西田圭佑、大辻賢一、野上大作、柴田一成  
(京都大学)、有本淳一(京都市立工学院高校)、萩野正興(国立天文台)

## 概要(Abstract)

京都大学理学研究科附属花山天文台では、晴天時には毎日太陽観測を行っている。この観測では、1910年に導入された18cm屈折望遠鏡にリオフィルターを付けて、H $\alpha$ 太陽全面像の撮像と黒点のスケッチを行っている。論文になり得る科学観測を行う一方、地元の小学生や高校生と共に、太陽黒点の緯度を表すバタフライダイアグラムを作成する教育活動も行っている。2018年2月京都市立工学院高校での実践例を紹介する。また、会期中には参加者への実演展示も行った。

## 1. 花山天文台と定常観測について

京都大学理学研究科附属花山天文台は、1929年に設立され、2019年には設立90年を迎える、大学天文台としては日本で2番目に古い天文台である。偉大な先人達により、太陽物理学や惑星物理学分野での世界的な成果が上げられてきた。比較的近年では、1910年に導入された18センチ屈折望遠鏡が太陽観測望遠鏡へと整備され(1997年)、デジタルデバイスでの観測が可能になり、以後継続して観測が続けられている。定常観測が行われている望遠鏡としては、国内で現役最年長と思われる。特筆すべきは、この望遠鏡のデータを用いて当時の大学院生が学位論文や査読誌に掲載される科学的成果を上げてきたことである。(Asai et al.2002,2003,2004,ApJ, Nishizuka et al. 2009,ApJ) 2004年からは、同架している口径11.5cm屈折望遠鏡に投影板を付け、スケッチによる黒点観測が行われている。古い観測設備ではあるものの、定期・非定期的メンテナンスや観測機材の更新が行われており、H $\alpha$ 全面像の撮

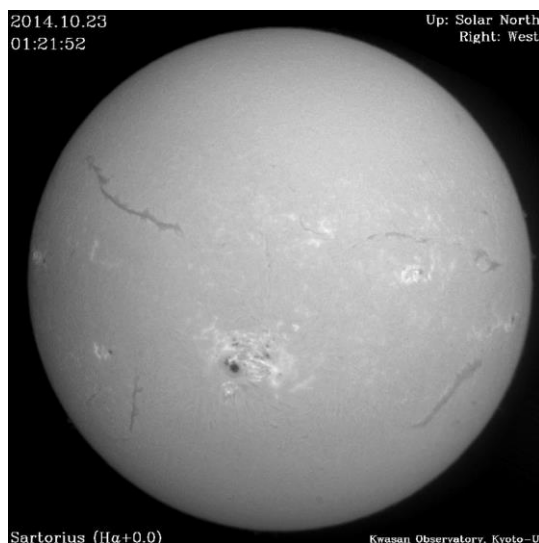


図1 18センチ屈折望遠鏡で撮影した太陽H $\alpha$ 像  
(2014年10月23日)

2014年10月23日(木) 9時29分 ~ 9時55分(JST)  
天気: 晴時々曇 シーン: 4 (Good: 5 Bad: 1) 観測者: Kanabe  
12190, 12191

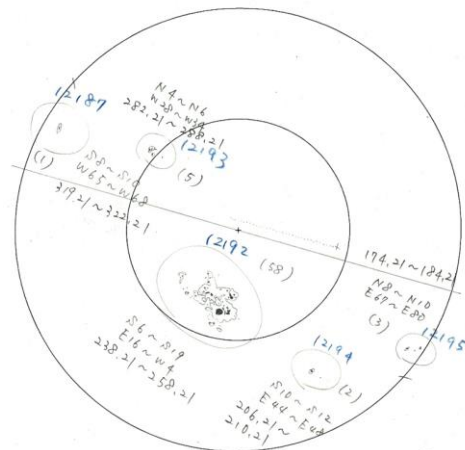


図2 11.5センチ屈折望遠鏡でスケッチした太陽  
(2014年10月23日)

影とスケッチが太陽観測の両輪のごとく続けられている。

黒点スケッチによるデータは、花山天文台のウェブ ([https://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/Sartorius/ss\\_sketch/sunspot\\_sketch.html](https://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/Sartorius/ss_sketch/sunspot_sketch.html))で公開されており、黒点相対数グラフ、バタフライダイアグラムなどは毎月更新されている。また、ベルギー王立天文台の太陽物理学部門 (SILSO)、国立天文台太陽観測科学プロジェクト、東亜天文学会に毎月の観測を報告している。

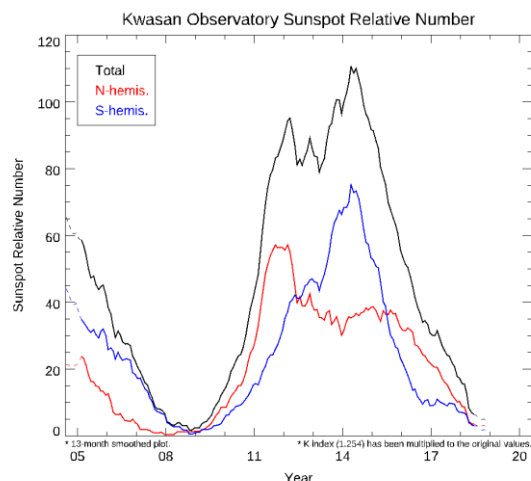


図3 黒点相対数グラフ

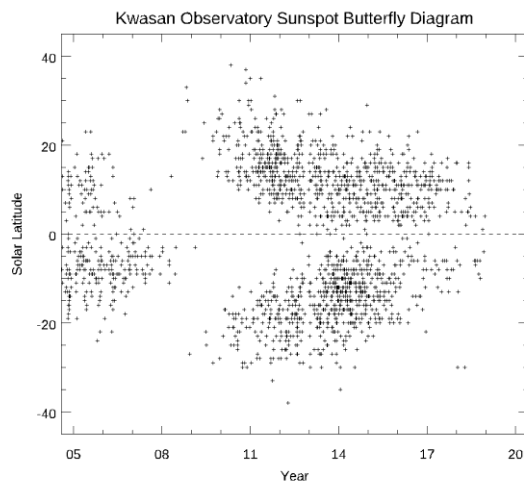


図4 バタフライダイアグラム

## 2. データの活用事例

花山天文台では、設立当初から市民へのアウトリーチ活動が盛んに行われてきたが、近年ますます活発に行っている。2018年には、66件、約2550人の見学を受け入れた。

多くの児童・生徒が花山天文台を訪れる一方で、見学に際しては限られた時間内に各建物を巡ることがメインとなり、職員の説明を一方向的に聞き次の建物に進むことも多い。見学者には何らかの形で天文台の活動に参加してもらうことはできないだろうか、観測者や研究者の疑似体験ができないだろうか、観測の積み重ねから発見があるという天文学の真髄を伝えることはできないだろうかと考え「みんなで作るバタフライダイアグラム」という取り組みをはじめた。

バタフライダイアグラム（蝶形図）とは、太陽黒点の発生緯度を時系列でプロットしたもので、蝶が羽を開いたように見えることからこのように呼ばれている。太陽活動周期の初期には、太陽黒点が比較的高緯度に発生し、次第に赤道付近に発生しやすいという傾向がこのグラフから読み取れる。しかし、そのメカニズムは未だ解明されておらず、太陽物理学上の大きな謎の一つでもある。

以下に、花山天文台のデータを活用し、バタフライダイアグラムの作成を含む実践例を紹介する。

### 2.1 京都市立小学校 花山天文台体験学習

2013年から、京都市教育委員会との連携事業により「花山天文台体験学習」という小学生の見学を受け入れている。この6年間で京都市内小学生3908名が花山天文台を訪れた。「みんなで作るバタフライダイアグラム」は、主に「花山天文台体験学習」で訪れる児童たちを対象に、2015年に初めて取り入れた。この実践にあたっては、次のものを準備した。

- ・黒点データ（発生年月、緯度）：グラフが煩雑になるのを避けるため、時系列は1ヶ月単位、緯度は

1度で丸めた。丸めた結果重複した値は排除した。この作業により、元のデータ数 1871 件から 1461 件に整理された。

- ・グラフ用紙（縦 90cm×横 180cm）、1マスは 8mm 四方

- ・丸シール（直径 8mm）

- ・「黒点カード」：名刺サイズのカードに、黒点が発生した年月、緯度、公開ページの URL がリンクされた QR コードが印刷されている。黒点データについては、1枚ずつ異なった値が印刷されており、その情報に基づいてシールを貼ってもらう。

現在では、京都市教育委員会との連携事業以外にも花山天文台を訪れる見学者の多くがこの取り組みに参加している。2018 年実施分は現在花山天文台にて制作過程にあり、こちらのサイト

([https://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/Sartorius/ss\\_sketch/sunspot/bfly/2018-2019/bfly2018-2019.html](https://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/Sartorius/ss_sketch/sunspot/bfly/2018-2019/bfly2018-2019.html)) から経過を確認することができる。下に 2017 年に完成したものを掲載しておく。参加した学校、イベントごとに色分けを行っている。

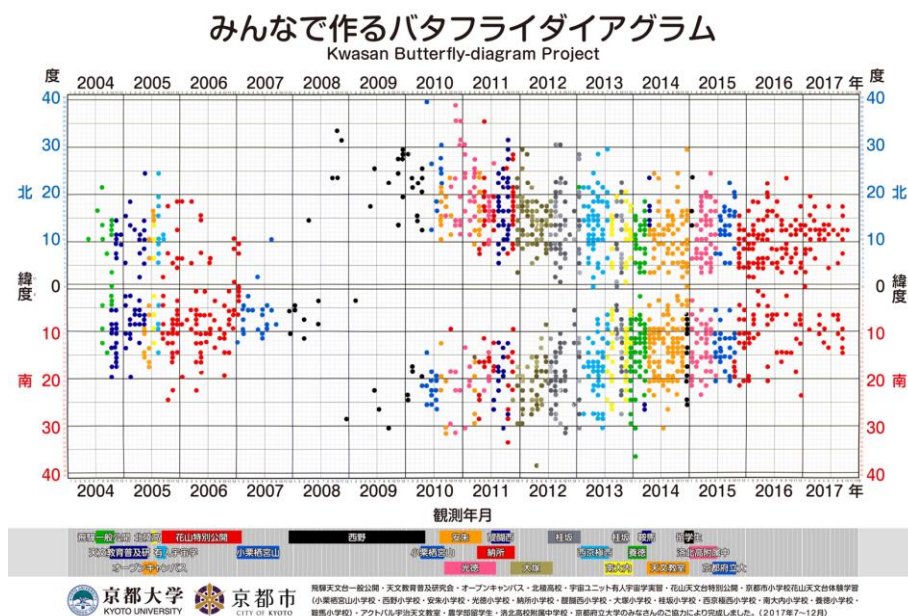


図 5 2017 年版 完成した「みんなで作るバタフライダイアグラム」

## 2.2 星のソムリエ講座

花山天文台で実施してきた「みんなで作るバタフライダイアグラム」は大勢に参加してもらって一つのグラフを作る取り組みである。そのため、完成までに多くの時間を要する。これを 1 時間以内の講座内で実践することはできないか、という依頼を NPO 法人「星のソムリエ京都」より頂いた。そこで、少し手法変えて、グラフ用紙を A4 サイズに分割し、データはエクセルからプリントアウトしただけのものを準備し、各グループで年毎に作業してもらう形式で行った。元々天文学とアウトリーチに興味を持つ参加者であるため、モチベーションは高く、つなぎ合せたグラフ用紙から蝶々の形が見えた時には、自然に拍手が沸き起こり、撮影会となった。小学生向けにはじめた取り組みであるが、生涯学習など大人向けの講座としても今後活用できそうである。

### 2.3 京都市立工学院高校 高大連携授業

京都市立工学院高校は、「京都のものづくり、まちづくりの担い手を育成する高校」として、2016年4月に開校した新しい学校である。進学型専門学科の「フロンティア理数科」2年生向けの授業「フロンティア地学」（「地学基礎」相当）の太陽を扱う単元にて、玉澤（京大理学研究科附属天文台元大学院生、現京大防災研究所研究員）と共に出前授業を行った。太陽の動画やリアルタイム画像を紹介後、「星のソムリエ」講座と同じ手法で、「バタフライダイアグラム」の作成に取り組んでもらった。以下に、感想を紹介する。「生のデータを触れられたことが感動的だった。数が集まって大きなデータの塊ができる瞬間はとてもワクワクした。」 「作業自体は単純でしたが、あれだけたくさんのデータは長い年月をかけ何人もの人によって集めて頂いたことが分かり、1つのグラフや表をつくるのにはものすごい苦労があることが分かりました。」これらの感想から、天文学における長期観測の意義を伝える一助になったことが伺える。

なお、**2.2,2.3** で取り上げた2つの実践については、天文学会2019年春季年会にて玉澤が発表予定である。（Y05a「研究データを使った教育コンテンツのカリキュラムに沿った天文関連講座への実装対応」玉澤春史）

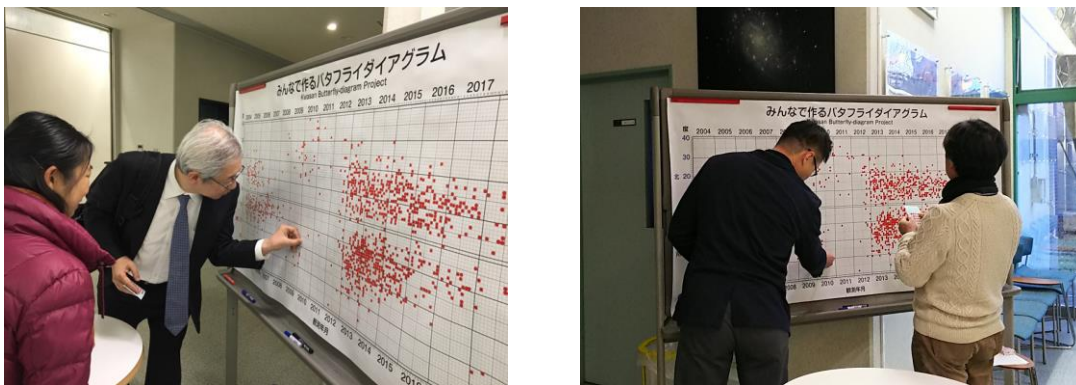


図6 技術シンポジウムでのデモンストレーション

### 3. 今後の課題

2018年には口径3.8mの望遠鏡「せいめい望遠鏡」を擁する岡山天文台が理学研究科附属天文台に加わり、花山天文台の予算を岡山天文台に充てることになった。今後、どのように花山天文台を運用していくのかが大きな課題となっている。京大生向けの観測実習といった従来の教育活動に加え、小中高生や市民の方たちへ開かれた天文台としての活用へと活動の幅を広げていくことになるだろう。花山天文台の観測データを活用した教育的かつ魅力的なコンテンツを今後増やしていく必要があると考える。

### 謝辞

技術シンポジウムでの実演を快く承諾し、検討・準備して下さった世話人の皆様、シールを貼ってご参加下さった皆様にこの場をお借りしてお礼申し上げます。