

# 京大・理・附属天文台によるCaII K太陽全面像の長期観測事業

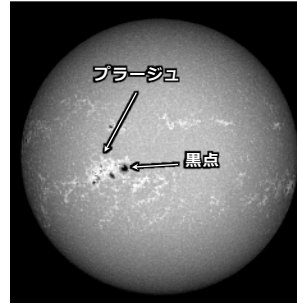
坂上峻仁, 浅井歩, 上野悟, 一本潔 (京都大学附属天文台), 北井礼三郎 (佛教学)

## 研究概要・宇宙学的意義

本研究は、太陽物理学と地球大気研究という異なる研究分野間でデータを共有するという学際的・教育的な意図のもと、**京大・理・附属天文台の太陽長期観測事業** (1928–1969年) で得られたデータを公開することを主旨として進められてきた。特に我々が扱う地上観測データは、最新の衛星観測データと相補的な関係にあり、宇宙利用によって得られるデータの学術的価値を向上させるという側面がある。この側面の重要性は宇宙学的な見地によって更に強調される。人類の宇宙利用が進む近年、その支持基盤として社会的な合意をいかに形成するかという問題が顕在化している。宇宙利用は多くの人資金的投資を必要とするため、その持続的発展のためには社会に対する説明責任と明示的な成果還元が不可欠である。本研究では、宇宙利用が推進されてきた学術分野の中でも特に社会的な関心が高い「**地球気候変動の原因**」を究明することで、宇宙利用の有用性を社会に認識させ、先述の宇宙学的課題を解消することを目論んでいる。また宇宙太陽光発電事業など、地球気候変動の原因究明によって新たに宇宙利用の動機付けがなされることにも期待している。

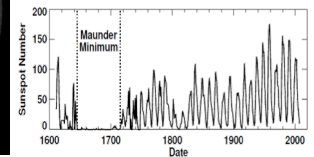
## 太陽の長期変動と地球

地球気候変動の原因について様々な可能性が提案される中で、本研究は太陽紫外線が地球大気に与える影響に焦点を当てている。紫外線は地球の上層大気で吸収されるため、その長期変動と地球気候変動の因果関係は長年議論されてきた (Ermolli et al. 2013)。太陽紫外線は黒点周縁の「**ブラージュ**」と呼ばれる構造から特に強く放射される (図1)。太陽黒点の出現数が11年を周期に規則正しく変動することから (**Schwabe則**; 図2)、太陽紫外線が観測されていない過去でも太陽紫外線が長期変動していると考えられることは確からしい。



← 図1. CaII K線で見た太陽 (Kanzelhöhe天文台 2014.1.6)。黒点周縁に明るい構造が見られる。

↓ 図2. 太陽黒点出現数の11年周期 (Schwabe則; 1844)



## CaII K線の長期観測事業

太陽紫外線放射量を長期間精密に測定し続けることは現代でも技術的に困難であり、長期変動を議論するためには地上観測で得られる代替データから**太陽紫外線の「指標」を構築する研究**が必要とされている (Solanki et al. 2013)。こうした議論に資する基礎的データとして注目されているのが、20世紀初頭から世界各地の天文台で行われてきた**太陽全面像長期観測** (表1) の**CaII K線乾板データ**である。CaII K線は3934Åの可視光線で、その放射強度や太陽面上の輝度分布は紫外線のものと同じく強い相関があり、提案された他の指標モデルに比べて物理的整合性が高い (Lean 1987)。しかし、膨大な数の乾板データの整備・解析の必要性から、当該データから太陽紫外線放射量の指標モデルを構築する試みは未だ達成されていない。

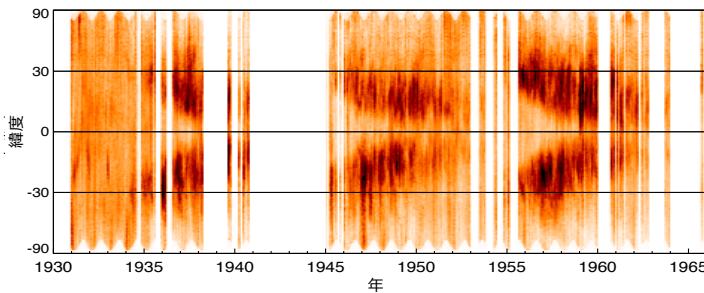
表1. 世界各地の天文台で行われてきた太陽全面像長期観測

	Kodaikanal	Mt. Wilson	Mitaka	Arcetri	Sac. Peak
観測期間	1907-1999	1915-1985	1917-1974	1931-1974	1965-2002
データ数	26,620	22,000	8,585	5,042	6,033
主な論文	Hasan + 2010	Bertello + 2010	Hanaoka 2013	Ermolli + 2009	Tlatov + 2009

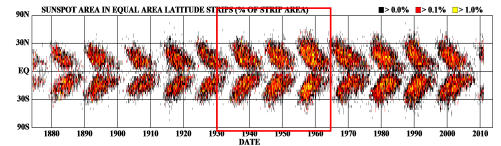
京大・理・附属天文台によるCaII K太陽全面像の長期観測事業  
観測期間 1928-1969 (観測日数 ~4,600日) / データ数 ~12,300

## CaII K線観測データの整備・解析

こうした研究動向を踏まえ、本研究では**京都大学・理・附属天文台の太陽長期観測事業** (1928–1969年) で得られたCaII K線太陽全面像乾板データの整備を進めてきた。データの整備では、乾板のデジタルスキャンを行い、デジタル化された太陽全面像に対して我々が独自に開発した**フラット処理法**を用いることで、解析に適した形式にデータを較正している。



← 図3. 本研究で整備された CaII K線観測データからつくられたブラージュの蝶形図。本研究で言うブラージュの蝶形図とは、その年月日におけるブラージュの面積を、出現緯度に応じて濃淡で表したものである。下図は黒点面積の蝶形図 (Hathaway 2010)。赤枠は本研究で整備したデータの観測期間を表す。



## 具体的なデータの整備手順

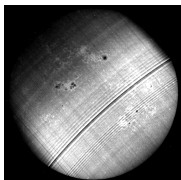


図4. 生駒山観測所 (京都大学) で 1959年7月2日に観測された太陽十字に走る縞や左上が暗くなっているのは観測の特性上免れないデータ欠損で、科学的解析の妨げとなる。  
- 画像処理によって非物理的な十字模様・明暗パターンを除去し、データを復元

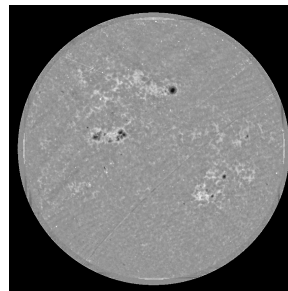


図5. 画像処理で復元された1959年7月2日の太陽像 (左) と除去されたパターン (下)

- 観測時の天候変化によって現れたと思われる放物線模様
- 観測用の分光スリットの欠けによって現れたと思われる直線模様
- データ保管中に現れたと思われる非一様パターン
- 太陽大気の温度構造を反映した同心円状パターン (周縁減光)

## 議論・今後の展望

本研究により、京都大学・理・附属天文台に保管されていた乾板データをデジタル化し、科学的解析に耐えうるデータに較正することができた。較正された乾板データを用いて作成した CaII K線の蝶形図は黒点の蝶形図とよく対応している。今後の課題は CaII K線の乾板データと太陽紫外線放射量を結びつけることである。近年は太陽観測衛星によって太陽の紫外線全面像が継続的に観測されており、これと地上で観測される CaII K線の太陽全面像を比較することで、CaII K線と紫外線の1対1対応を得ることができる。本研究で整備されたデータは、その対応付けによって得られた関係を1930年代まで遡らせることができる重要なデータとなるはずである。

※ 本研究で整備されたアーカイブは既にWeb上で公開されている ([http://www.hida.kyoto-u.ac.jp/ASK ANIA/Ca/FITS\\_lv1/](http://www.hida.kyoto-u.ac.jp/ASK_ANIA/Ca/FITS_lv1/))。