

天保年間における太陽黒点観測データのコンテンツ化

大辻 賢一

京都大学大学院理学研究科附属飛騨天文台

概要

本発表では、江戸天保年間に国内で初めて太陽黒点観測を自作のグレゴリー式反射望遠鏡を用いて行った国友一貫斎(1778-1840)の遺した黒点スケッチのスキャンデータを解析し、紙面に記された観測時刻情報を元に太陽自転軸の向きの補正を行い、黒点の出現緯度の正確な同定を試みた結果について紹介する。また同時期に海外で黒点観測を行っていたハインリヒ・シュワーベのデータとの比較により、スケッチに記された黒点の位置精度についても考察を行った。結果として、国友の遺したスケッチ上の黒点は、形状や黒点群に含まれる黒点の数など、ある程度はシュワーベのものと一致するところもあるものの、黒点の位置や大きさについては相当程度の相違が見られた。これはスケッチに用いた筆記具の違い(国友：毛筆、シュワーベ：鉛筆)もさることながら、国友の観測が裸眼観測であり、より正確に黒点位置を写し取ることの可能な投影式のスケッチ手法ではなかったこと、そして国友の望遠鏡が太陽全体を一度に視野に収めることができず、部分像を国友の脳内にてつなぎ合わせながらスケッチを描写していたこと、また太陽の強い光を弱めるための減光フィルター(ぞんぐらす)が実際のところ可視光を遮断する一方で赤外域の光が透過するタイプであったため、時間をかけた精密なスケッチが不可能だったことなどが理由として挙げられる。今後は国友の黒点スケッチを科学的解析に堪えうるデータアーカイブとして整備する予定である。また京都大学大学院理学研究科の地球惑星科学輻合部可視化グループが提供する「ダジックアース」のコンテンツとしても整備を行っていく。

国友一貫斎と国友望遠鏡

国友一貫斎(九代目国友藤兵衛)1778-1840 は近江国国友村(滋賀県長浜市国友町)の鉄砲鍛冶の家に生まれ、その技術を活かして日本で最初の実用空気銃や反射望遠鏡を制作した人物である。彼は自作した反射望遠鏡を用いて月や惑星、太陽の観測を行い、数々のスケッチを残している。国友望遠鏡は2枚の凹面鏡を組み合わせたグレゴリー式の反射望遠鏡であり、現存するもので4台確認されている。主鏡径は各望遠鏡で多少の差があるものの、おおよそ60mm、副鏡の直径は12.1mmであり、倍率は66倍、F数は59程度である。重要なのは視野であり、国友望遠鏡のレプリカを作成した長野立上田高等学校の気象天文班は「分解能は2"は実現していた。倍率も50~70倍と口径6cmの望遠鏡として十分な性能をもっていた。視野



図1 上田市立博物館所蔵の国友望遠鏡

(富田ら・国立天文台報1998第4巻)

は狭い。」と述べている。また、富田ら(国立天文台報 1998 第 4 卷)による国友望遠鏡の詳細な光学設計データを用いて Zemax による光線追跡を行った結果、視野は 500" と求まった(図 2)。

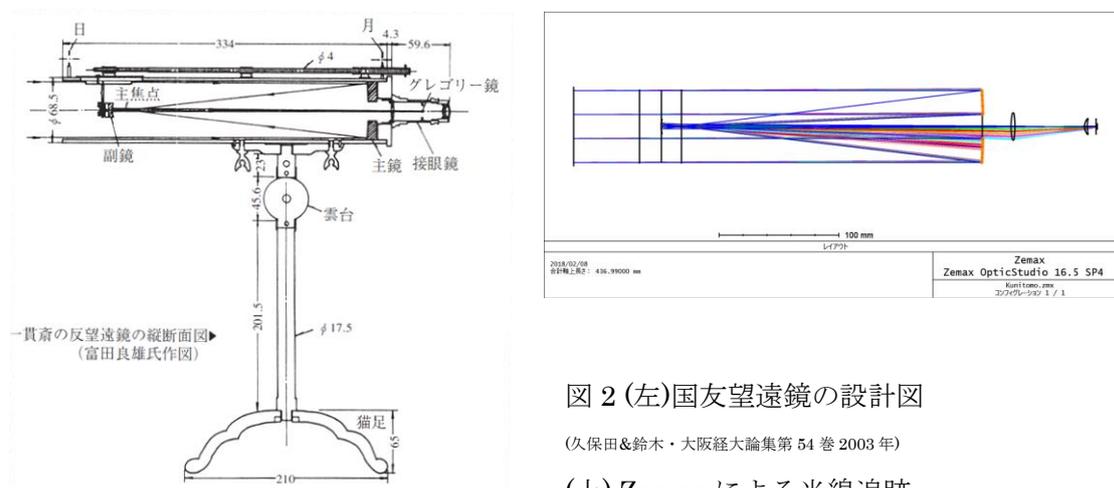


図 2 (左)国友望遠鏡の設計図
(久保田&鈴木・大阪経大論集第 54 卷 2003 年)
(上) Zemax による光線追跡

国友による黒点スケッチ

国友一貫斎の黒点スケッチは天保 6 年 1 月 6 日(1835 年 2 月 3 日)から天保 7 年 2 月 8 日(1836 年 3 月 24 日)までの期間に行われ、延べ 123 日間の合計 214 枚のスケッチが残されている。スケッチは半紙に毛筆にて行われ、太陽像と観測日時や補足事項が記載されている。半紙のサイズは A4 の縦半分程度で、38 ページの冊子として綴られている。現在は国友の子孫の方が滋賀県長浜市にて個人所有しており、長らく門外不出であったが今回は特別なご厚意によりスキャンさせていただくこととなった。

国友スケッチを用いた先行研究は久保田&鈴木(大阪経大論集第 54 卷 2003 年)によって行われている。久保田らは国友スケッチに存在する黒点の数を計上し、黒点相対数の時間発展のグラフを作成した(図 3)。

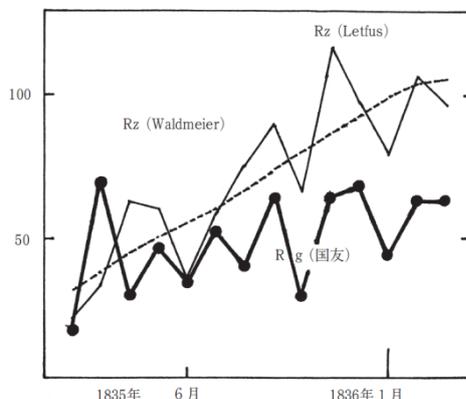


図 3：藤兵衛のスケッチから求めた月平均群黒点数 Rg (黒丸と太線) と Waldmeier および Letfus が推定した月平均黒点相対数 Rz (点線と細線) の比較

しかし、久保田らの研究では太陽面上の黒点数を合計しただけであり、太陽の自転軸を導出することによる黒点の出現緯度の導出を行うまでは至っていない。今回我々はより詳細な解析を行い、黒点の出現緯度の導出を試みた。

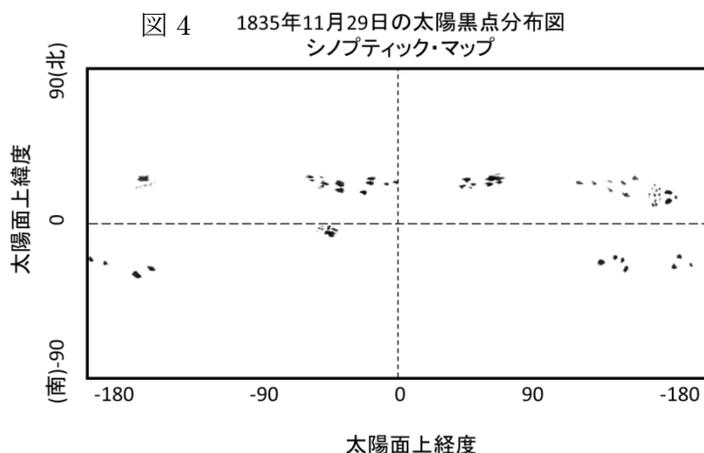
黒点スケッチの解析

我々が用いた黒点スケッチの解析手法は以下のとおりである。

1. スキャンされたデジタルデータから、太陽円盤を含む部分像を切り出す。
2. 裏移りや文字情報など、太陽像以外の部分を消去。
3. スケッチに付随する時刻情報から太陽の自転軸方向を導出し、回転補正を行う。

上記の手順3において注意すべき点として、スケッチに記載されている時刻情報は当時の標準であった不定時法(昼を6刻、夜を6刻に分割し、昼と夜では1刻の長さが異なる)であったため、現在の定時法への変換を行ったうえで太陽自転軸尾導出を行った。ここで注意すべき点として、そもそも江戸時代の時刻には不定性が大きいこと、記載時刻の分解能が低いこと、必ずしも国友が天の北を紙面の上に合わせてスケッチを行っていたとは限らないことが挙げられる。

図4は太陽自転軸を揃えたうえで太陽面上に存在する黒点の緯度経度を求め、シノプティックマップとして展開した図である。当然のことながら1日のみのデータでは太陽の表側のみの情報しか得られないため、太陽自転1週分のスケッチを繋ぎ合わせることで一枚のシノプティックマップを作成している。



シュワーベの黒点スケッチとの比較

シュワーベ(ドイツ)は国友の観測時期を含む年代(1825-1868)に黒点スケッチを残していた人物であり、9000枚以上のスケッチが彼の手によって描かれている。彼のスケッチは英国王立天文学会図書館に所蔵されており、デジタルデータも公開されていないものの、Alrt (2011 Astron. Nachr.)によって黒点のサイズと出現緯度経度のリストが公開されており、そのリストを用いることでシュワーベの黒点スケッチを再現することが出来る。再現したスケッチと国

友の黒点スケッチを比較したところ、形状や黒点群に含まれる黒点の数など、ある程度はシュワーベのものとも一致するところもあるものの、黒点の位置や大きさについては相当程度の相違が見られた。

結論

国友スケッチの精度は実際のところそこまで高くなく、黒点の位置精度には相当程度の誤差が存在するものと考えられる。これはスケッチに用いた筆記具の違い(国友：毛筆、シュワーベ：鉛筆)もさることながら、国友の観測が裸眼観測であり、より正確に黒点位置を写し取ることの可能な投影式のスケッチ手法ではなかったこと、そして国友の望遠鏡が太陽全体を一度に視野に収めることができず、部分像を国友の脳内にてつなぎ合わせながらスケッチを描写していたこと、また太陽の強い光を弱めるための減光フィルター(ぞんぐらす)が実際のところ可視光を遮断する一方で赤外域の光が透過するタイプであったため、時間をかけた精密なスケッチが不可能だったことなどが理由として挙げられる。今後は国友の黒点スケッチを科学的解析に堪えうるデータアーカイブとして整備する予定である。また京都大学大学院理学研究科の地球惑星科学輻合部可視化グループが提供する「ダジックアース」のコンテンツとしても整備を行っていく。