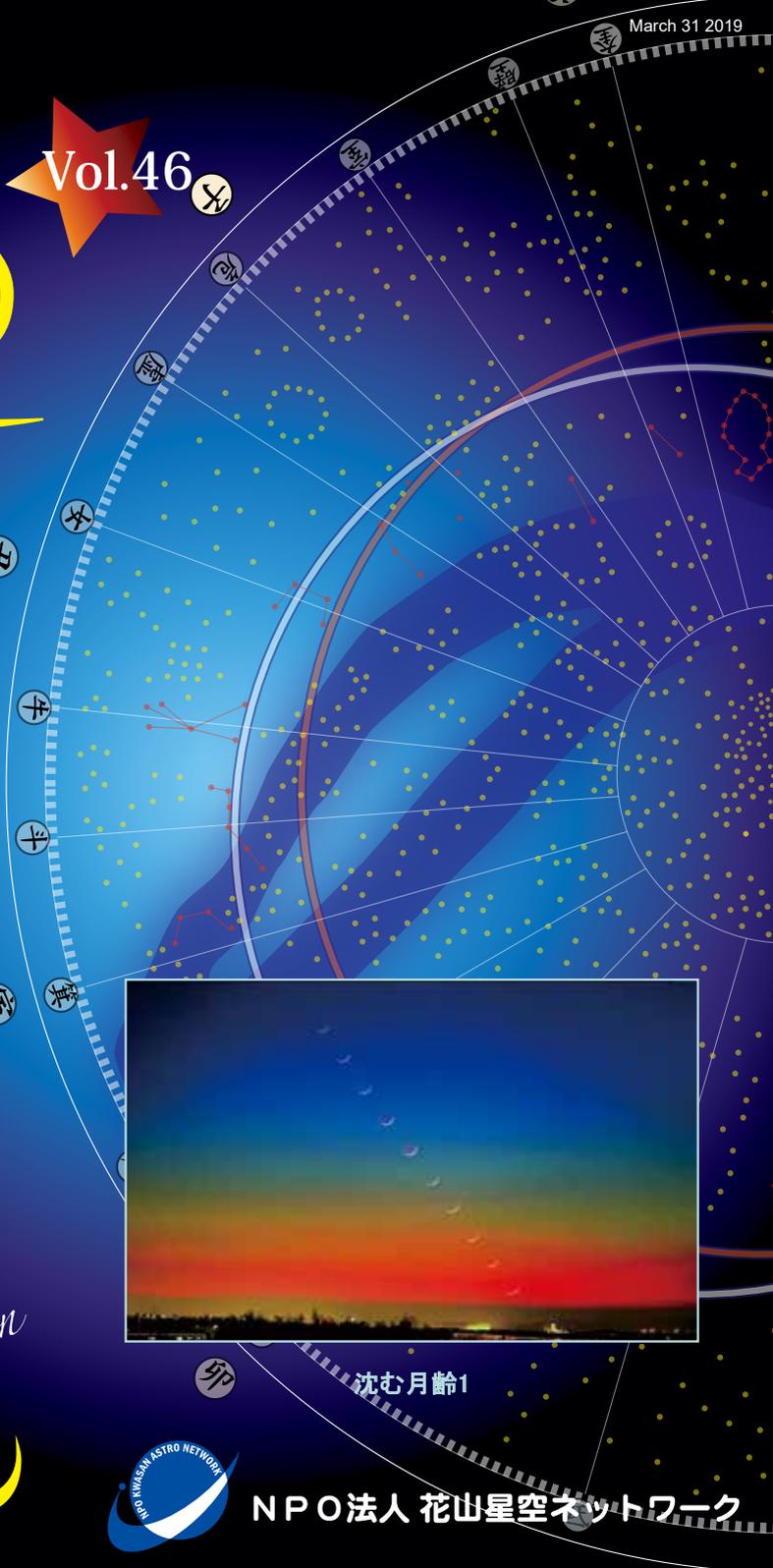


会報

Vol.46

# astron

astron



沈む月齢1



NPO法人 花山星空ネットワーク

## あすとろん 第46号 目次

「星を見つめて 京大花山天文台から」 京都新聞コラム連載開始	西村昌能	1
京都大学岡山天文台 せいめい望遠鏡完成式典に参加して	西村昌能	2
『明月記』が日本天文遺産に	作花一志	7
記紀神話に見られる星の神々(5) 神々と星々	西村昌能	11
小惑星の話題	作花一志	18
45cm 屈折赤道儀用 CMOS カメラ	金井敏正 山村秀夫	26
昨今の黒点数の減少はミニ氷河期到来の予言か?	浅井 歩	30
X線天文学の技術で雷の謎に挑戦したお話	榎戸輝揚	36
改定グレゴリオ暦	編集子	41
南天の星ぼし	秋田 勲	42
お知らせ	事務局	

表紙画像 沈む月齢 1

城陽市から 2019年3月8日 18:27 から5分間隔

F14 f=200mm ISO100 2000分の1

ズーム望遠レンズ CanonKISSX6i

秋田勲氏提供

裏表紙画像 近衛桜

京都御苑にて 2019年3月25日 撮影

辻井輝明氏提供

## 「星を見つめて 京大花山天文台から」 京都新聞コラム連載開始

西村昌能 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

### はじめに

今年 5 月 1 日から京都新聞に「星を見つめて 京大花山天文台から」というタイトルでコラムの連載が始まります。私も編集に携わることになりましたので、この紙面をお借りしてご紹介させていただきたいと思います。

### 毎日連載の題字下コラム

過日、天文台に京都新聞社から京都新聞日刊第 1 面題字下にコラムを連載して欲しい旨依頼がありました。現在の新聞紙面をみますと京都地名研究会が「地名ものがたり」というコラムを連載しています。その後を引き継ぐ形でこの 5 月 1 日から来年 4 月 30 日まで、休刊日を除く毎日連載で 354 日分のコラム記事掲載と決まりました。一回のコラム字数は 195 文字です。内容としては、・花山天文台や京都に関する天文について・天文に関する読み物風に・花山天文台や天文にゆかりの京都、滋賀の人物紹介・天文に関する文化や歴史的なことも取り入れる・季節の星座・小学生高学年を読者として想定などを考えた読みやすいコラムとなるよう工夫していきます。

### 月 2 回の拡大版

連載コラムに付け加えて毎月第一、第三木曜に拡大版と称する A4 版の解説記事が出ることとなります。連載コラムでは天体画像や星空案内など、コラムに関連したものを掲載する他、花山天文台に関連したイベントの紹介をしていきます。

### 執筆者

コラム執筆担当者は、花山天文台・京大理学部宇宙物理学教室の研究者の皆様や花山天文台を支えて下さる様々な分野の方々をお願いしています。総勢 28 名の執筆陣となる予定です。

是非、京都新聞の記事をご覧頂き、今後天文台を応援していただくようお願いいたします。

## 京都大学岡山天文台 せいめい望遠鏡完成式典に参加して 西村昌能（NPO 法人花山星空ネットワーク）

### はじめに

今年 2 月 20 日に、京都大学岡山天文台 3.8m 新技術望遠鏡せいめい望遠鏡の完成式典が同天文台ドーム内で開催され、同時に浅口市健康福祉センター多目的ホールとキャンパスプラザ京都第 8 講習室で式典の様子が中継放映されました。また、夕方からは場所を倉敷市のアイビススクエア（元倉敷紡績工場跡）に移し、祝賀会が開催されました。

この式典は元々昨年（2023 年）の 7 月 20 日に開催される予定でしたが、ご存知のように 7 月の豪雨で地元が大きな被害を受けられたことから延期されていたものです。

### せいめい望遠鏡

式典に先立って、数十名単位の数グループに分かれて新しくできた 3.8m 「せいめい望遠鏡」を見学させていただきました。



写真 1 京大岡山天文台の全体 ドームスリットからせいめい望遠鏡がのぞいているのが見えます。

京大岡山天文台の敷地は国立天文台ハワイ観測所岡山分室（元国立天文台岡山天体物理観測所）の真向かいの小高い丘の上にあります(写真 1)。



写真 2 せいめい望遠鏡上部

入口で下足をスリッパに履き替える必要があります。1 階には、研究室や作業スペースがあります。エレベータや階段を使って 3 階に上がると鳥かご状の望遠鏡がありました。これが「せいめい望遠鏡」です。主鏡は削り出された薄い鏡を 18 枚併せたいわゆる分割鏡です。口径は東アジア最大の 3.8m なのですが、見た目はコンパクトなものです。

写真 2 は第 2 鏡を示しています。主鏡で集められた光はこの第 2 鏡で主鏡の中央にある第 3 鏡に送り返され、ここで 90 度折

り曲げられ青く着色されたナスミス台へ送られます(写真 3)。ナスミス台には様々な観測装置が置かれるようです。写真 3 には分割鏡が見えています。鏡はむき出しのまま



写真 3 せいめい望遠鏡 主鏡と第 3 鏡付近

そうです。

ナスミス台には現在、可視面分光装置 (KOOLS-IFU) が置かれていて、観測が開始されました。可視面分光装置は広がった領域の分光、突発天体の観測に用いられるということです。



写真4 “せいめい日和”の晴天のもと、銀色に輝くドーム  
元岡山物理天体観測所の188 cm望遠鏡ドームと比べて非常にコンパクトです。

望遠鏡の架台の写真は、見学者がとても多くおられ撮影できませんでした。お話を伺うと、望遠鏡本体と鏡がすべて軽量で、経緯儀の架台がたいへん速く駆動でき、1分以内に目的の天体に向けることができるように設計されているとのことでした。まさに突発天体研究にむいている望遠鏡です。

### 完成式典

見学会のあと、完成式典がドーム内で盛大にとり行われました。ドームに入りきれなかった参加者はふもとの健康保険センターへ移動し、その多目的ホールで式の実況中継を拝見することになりました。式典中、京都大学山際寿一総長が「朝方まで天気が悪かったですが、今は快晴。今までは私はこのような天気を“ゴリラ日和”と呼んでいましたが、これからは“せいめい日和”ということにします。」とおっしゃられていました。それほど、美しい日になったのです。

## 祝賀会

式典終了後、バスに同乗して倉敷市に移動し、盛大な祝賀会が催されました。会場では、喜多郎さんの「古事記と宇宙」の生演奏が行われ会に花を添えていただいています。また、京大をはじめ国立天文台など国内の天文学研究者や、天文台建設にお世話になった方々、地元関係者が多数参加され盛大なものでした。



写真5 京大岡山天文台から見た元国立天文台岡山天体物理観測所と岡山天文博物館（左下の建物）

写真5にみられる中央の巨大なドームはかつてアジア最大だった188 cm反射望遠鏡があり、現在は東京工業大学が中心となったグループによる巨星の周りをまわる系外惑星探査に利用されています。左に見える小さなドームは91 cm反射望遠鏡のドームです。岡山天文博物館は浅口市立の博物館で昨年リニューアルされました。せいめい望遠鏡と188 cm望遠鏡の見学の基地となるでしょう。

あすとろん43号にはせいめい望遠鏡と名付けられた選考経緯は藤原洋さんの記事、せいめい望遠鏡の新技术については栗田光樹夫さんの記事があります。ぜひご覧ください。



## 株式会社 西村製作所

代表取締役 西村 光史

〒520-0357

滋賀県大津市山百合の丘10番39号

TEL 077-598-3100

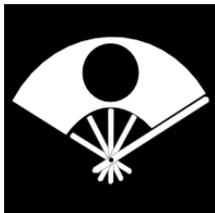
FAX 077-598-3101

<http://www.nishimura-opt.co.jp>

【事業内容】望遠鏡・天体観測機器製造



### 星と家紋の話④



月印五本骨軍扇

### 頼朝の下命で生まれた佐竹家の「扇に月」

佐竹氏は源頼朝と奥州藤原氏討伐に参加。源頼朝の軍旗は「源氏の白旗」とも呼ばれる無地の白旗です。参陣した佐竹秀義も無地の白旗を持参したところ頼朝の旗と区別がつかず、白旗だけの使用を禁じられ、魔よけとして扱われていた扇を旗の上に掲げるよう命じられました。この扇には「月」が描かれており、佐竹氏の家紋の「月印五本骨軍扇」の由来とされる。

ハネムーン・団体旅行のご手配は  **0120-39-1816** (10:00 ~ 18:00)



ビューティフルツアー  
BEAUTIFUL TOUR

京都市中京区西ノ京東中合町56パレット御池2F

# 印刷の特急便

印刷のことならなんでもご相談ください!

冊子

パンフレット

ホームページ

看板

Tシャツ

などなど



社内一貫作業で、早く・安く・きれいに仕上げます!

株式会社 **あおぞら印刷**

tel: **075-813-3350**

[www.aozorasha.co.jp](http://www.aozorasha.co.jp)

あおぞら印刷 株式会社

お気軽に  
お問い合わせ  
ください!

京都市中京区西大路通御池上ル二筋目東入ル80m

## 『明月記』が日本天文遺産に

作花 一志（京都情報大学院大学）

3月13日、日本天文学会により『明月記』が日本天文遺産に認定されました。これは天文研究者・愛好者だけでなく一般市民としても非常に喜ばしいことです。天文遺産とは歴史的に貴重と認定された天文学関連の史跡・文献・機器であり、永く後世に伝えられていくものです。わが国では初めてですが、外国ではエジプト・ギザのピラミッドやイギリスのグリニッジ天文台などがあります。今回『明月記』と並んで会津藩の藩校・日新館に付属した天文台跡が認定されました。

『明月記』は言うまでもなく藤原定家(1162-1241)の日記ですが、日食、月食、彗星、流星、オーロラなどの天文記事が約100件も収められています。その中で最も重要なのは客星出現記録です。客星とは普段は見えないがある夜突然現れるお客さん星で、このような例が飛鳥時代から平安時代末期まで全部で8件記載されています(図1)。定家はこれらの天変を見たわけではなく陰陽師・安倍泰俊(安倍晴明の8代目の子孫:[1]による)に過去の陰陽師の記録を調べさせその報告に基づくものです。現在では8件のうち3件が超新星(SN1006, SN1054, SN1181)で残りは彗星らしいと言われています。超新星とは、ご承知の通りそれまで全く見えなかったところに一夜にして突如、星が輝き出す現象で、星の生涯のうち最も劇的なシーンです。望遠鏡のない時代の超新星の出現記録は世界中で7件しかありませんが、そのうち3件も記載があるのは世界に『明月記』だけ、わが国の陰陽師は非常に貴重な記録を残したのです。

3件の超新星出現のうちで最も有名なのは天喜二年(1054年)に現れたSN1054で、夜明け前の東山の上に新月前の細い月と木星くらいに明るく輝く客星が見えていました(図2)。当時の天文博士は安倍時親(晴明の孫だ



図1 明月記に記された客星出現例

## 『明月記』が日本天文遺産に

が業績は不明) と思われませんが記録はないようです。中国の『宋史天文志』によると7月4日に出現し、その後約2年間も見えていたそうですが、やがて天空からも人々の記憶からも消えてしまいました。この客星出現のことは日本と中国の他はアラブに簡単な記載が残っているだけでヨーロッパには全く記録がありません。



図2 1054年  
7月4日早朝  
の東空

18世紀になって望遠鏡観測によりかつての客星出現の場所に淡い星雲が見つかり、見かけ状から「かに星雲」と名付けられました。20世紀になってから、この星雲は膨張していることがわかり、逆算すると約900年前の爆発の名残らしいということになりました。そこでそれに該当する記録捜



図3 かに星雲 NASA 提供

しが世界中で行われましたが、神戸のアマチュア天文家(本業は貿易商)である射場保昭(1894-1957)が『明月記』の記録を世界に紹介したのです。彼がアメリカの天文誌『ポピュラー・アストロノミー』に寄せた記事がヤン・オールト博士(1900-1992)ら天文研究者の目に留まり、かに星雲が1054年の客星の900年後の姿であることが明らかになったのです。その後電波・赤外線・X線による観測も進み、超新星爆発のメカニズムの研究は大きく進展し、現代の高エネルギー天文学の基礎となっています。



図 4 1006 年  
5 月 1 日深夜の  
南天

寛弘三年（1006 年）に出現した超新星 SN1006 は観測史上最も明るい星とされています。明月記には「螢惑（＝火星）の如し」と記されていますが、これはずいぶん控えめな表現で、中国やアラブの記録では最輝時には半月並みの明るさを放ったそうです。客星の左にさそり座が、その頭に見える明るい星が火星です。5 月 1 日深夜、加茂大橋から南天を見れば図 4 のような星空が見えたでしょう。この客星の目撃者は安倍吉昌（晴明の息子）です。

3 番目の超新星 SN1181 は前 2 者に比べると小規模で、出現した治承五年には定家はすでに明月記を書き始めています。ひょっとしたら自分でも見たかもしれませんが、明月記の中にその記述はありません。当時の天文博士は晴明の 5 代目の子孫である安倍泰親で、客星出現の記載はありませんが、それより鳥羽上皇に取り憑いた九尾の狐を退散させたことで有名です。

これらの客星は、平安中期に安倍晴明の子孫である陰陽師が観測し記載し、鎌倉初期に安倍泰俊が陰陽寮の記録を見つけて、その報告を受けた藤原定家が『明月記』に記載したもので、昭和初期に神田茂(1894-1974)たちが再発見し、射場保昭が紹介して世界中に脚光を浴びるようになったのです。長期間古典の中に潜んでいた『明月記』の天変記事がクローズアップされ、歌人藤原定家は世界中の天文研究者の間で有名になりました。

『明月記』の客星出現記録はわが国のみならず世界第一級の天文資料と言えますでしょう。

ところで3件の記事を並べてみるとSN1054だけ日付が、簡単すぎます。

一 條 院 寛 弘 三 年 四 月 二 日 癸 酉 夜 以 降 騎 官 中 有 大 客 星 如 螢 惑 光 明 動 耀 連 夜 正 見 南 方 或 云 騎 陣 將 軍 星 本 体 增 變 光	後 冷 泉 院、 天 喜 二 年 四 月 中 旬 以 降 丑 時 客 星 觜 參 度、 見 東 方、 孛 天 関 大 歲 星 如	高 倉 院 治 承 五 年 六 月 廿 五 日 庚 午 戌 時 客 星 見 北 方 近 王 良 守 伝 舎 星
--	--	--

図5 客星出現記録 左からSN1006、SN1054、SN1181

SN1006 の出現日は寛弘三年四月二日癸酉と SN1181 については治承五年六月廿五日庚午と具体的に書いてありますが、SN1054 では天喜二年 四月中旬だけです。しかも四月（ユリウス暦では5月10日～6月8日）には客星は太陽と同方向で見えなかったはず、またこの日に木星が見えるのは日没後で客星と同時に見えません。そこで四月中旬は五月下旬の間違いだろうと言われていました。となるとこの天変記事はもっと後になってから書かれたのかもしれませんが、でも、もしも日本の陰陽師が中国の天文官よりも1ヶ月前に太陽の側に生まれたての客星を見つけていたとしたら、・・・エライことです！

『明月記』にはオーロラ出現も記録されています。これは定家自身が1204年2月21日の夜、北方に見たもので

「北并良方有赤氣、・・・如此白光、赤光相交、奇而尚可奇、可恐々々」と記しています。オーロラというとアラスカやフィンランドで見られるゆらゆら揺れる金色のカーテンを想像しがちですが、中低緯度地帯では低い空に山火事のような赤い光が見えるそうです。そのため赤氣と言われました。わが国で赤氣の出現と言えば、本能寺の変の2ヶ月前（1582）や明和七年（1770）のものが有名です。

2014年に京都大学総合博物館で「明月記と最新宇宙像」という展示が行われました。平安時代から現代にいたるまでの京都の天文学の成果が披露されました。冷泉家のご厚意で『明月記』実物も出展されました。詳しくはその集録[2]をご覧ください。また天文街道「明月記コース」「平安京コース」でもお話しします。

#### 参考文献

『安倍晴明と陰陽師展』（京都文化博物館：2003）

『明月記と最新宇宙像』（京都大学：2014）

## 記紀神話に見られる星の神々 (5) 神々と星々

西村 昌能 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

### はじめに

前回は、主に星の神フツヌシが高天原から地上世界へ降りて、どのように出雲、東国を平定して行ったかを調べました。そこには、天の星の神と地の星の神の戦いでもあったのです。そして星の神と剣の繋がり、しいては、星は武力を表すのではないかと推論しました。

さて、今回は、もう一つの星の言葉について考えてみたいと思います。

### 中国の正史から

高天原の神々(太陽)は、星の神を送って地の星の神達に勝利しました。これは、軍事的征服を意味しているようにみえます。しかし、私には、もう少しシンボリックな意味があるのでは無いかとも思えました。そして私は、隋書倭国伝[1]p.187に次のような記述があったのを思い出したのです。

「〔隋の〕開皇二十年、倭王の姓は阿每、<sup>あめ あざな たりしひこ</sup>字は多利思比狐、号して阿輩<sup>あほけみ</sup>雞弥<sup>けつ</sup>というもの、使いを遣わして<sup>いた</sup>闕に<sup>しょう</sup>詣らしむ。上、所司をして其の風俗を訪ね令む。使者言う、『倭王は天を以って兄と為し、日を以って弟と為す。天未だ明けざる時、出でて政を聴き、跣跣して坐す。日出ずれば便ち理務を停め、我が弟に委ねんと云う』と。高祖曰く『此れただ義理無し』と。是に於いて論して之を改め令む。」と隋書にあるのです。

推古天皇8(600)年に大王アメノタリシヒコが隋の文帝に使者を送った、文帝が役人に倭の風俗を聞かせた所、「大王は、天を兄、太陽を弟と考えておられ、夜明け前に政治をされるが、夜が明けると政治を止めて太陽に任せられるのです。」と聞き、それは道理がないと倭国を諭して改めさせた、というのです。これは、何を意味しているのでしょうか。

天皇家の新嘗祭、出雲家の神事などは、深夜に行われています。八幡市の石清水八幡宮では三大勅祭である石清水祭が毎年9月15日の深夜に行われています。このように現在でも神事は夜中に行われるのです。当時の政治は祭政一致で、まさしく祭りごとであったと考えて良いと思います。

## 記紀神話に見られる星の神々(5)

つまり、推古朝に、中国による外圧で、古代の呪術的な政治から（当時の）近代的な政治へと変革を迫られたということが記紀の神話の中に隠れているのではないかと私は考えたのです。そもそも日本書紀の記述形態自体が中国を意識しています。古代大和が世界と交流する中で、先進国家中国の政治を取り入れていったということを思うのです。

### ふとまに

では、隋の文帝が指摘した義理がない政治とはどのようなものだったのでしょうか。古事記・日本書紀に「太占<sup>ふとまに</sup>」という言葉で出てきます。この太占は占いの一種です。書紀神代上〔2〕p.28の国生みのところで、伊弉諾と伊弉冉が婚姻して子（島）を生むとき、最初に蛭児がうまれました。神はこの原因を探るのに太占をしたとあります。では、この太占とはどんな占いだったのでしょうか？

釈日本紀〔3〕によりますと、「(平安時代からみて)上古の時、未だ亀甲を使わず、トは鹿の肩甲骨を使っていた。これをフトという。・・・」とあります。鹿の肩甲骨の占いをフトというらしいです。では、なぜこの占いをフトというのでしょうか。この疑問は後に解決したいと思います。

### 古代中国正史から

さて、中国の正史には、ミヒコの時代には<sup>ほくこつ</sup>骨をしたとあります。636年に書かれた隋書より200年前に記された「後漢書 倭〔1〕p.27」には大倭王は邪馬台国に住んで、その習俗として「骨を灼きて以ってトし、用って吉凶を決す」とあります。また、3世紀に書かれた「三国志 倭人〔1〕p.99、p109」には、「其の俗、事を挙げ〔もしくは〕行来に、云為する所有らば、輒ち骨を灼きてトし、以って吉凶を占う。先ずトう所を告げ、其の辞は、令亀法の如し。火坼を視て兆を占う。」とあります。「土地の習慣として、年中行事とか、遠くへ旅立つなど何か事があるたびに、骨を灼くトいをして吉凶を占う。まず、占おうとすることをいう。そしてトいの言葉は、中国の亀トの言葉に似ている。灼いてできた割れ目

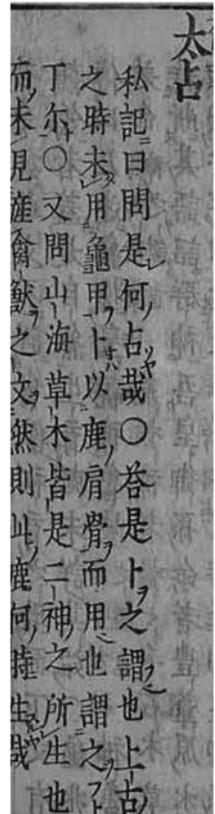


図1 [3]より

を見てよしあしを占うのである。」とあるのです。中国の正史は、王朝滅亡後、次の王朝が編纂していきますし、その王朝以前の知り得た情報も引き継いで書き込んでいきます。そのため、大きなタイムラグや誤解が生じることもあります。しかし、外から見た、文字記録はたいへん重要だといえるでしょう。

さて、紀元前 11 世紀に滅んだ殷など古代中国では、亀の甲羅を焼いて吉凶を占い、政治に用いたといえます（亀卜）。牛などの肩甲骨を利用したものもありました。この亀卜が奈良時代に日本に入ってきたといいますが、それまでは、日本では主に鹿の肩甲骨を利用していました。これをト骨ぼくこつといえます。太占はこのト骨では無いかと考えている研究者が多いようです。弥生時代の遺跡から占いに利用した鹿の肩甲骨がたくさん見つかります（図 2）。これを見ると骨に小さな穴をたくさん開け、焼いて割れたときにできるひびで占うのです。私は、この小さな丸い穴を「星」と見るのです。



図 2 ト骨の例  
神奈川県三浦市毘沙門 C 洞窟出土  
弥生時代（後期）・1~3 世紀  
東京国立博物館蔵

古来、日本・中国・朝鮮では星は○の印で表しています。たとえば、お相撲で勝ちが白星○、負けは黒星●ですね。格下が上を破ると金星で金色の○です。ホシガラスやホシカレイ（図 3）は白や黒の斑点を持ちます。世界最古の高松塚古墳やキトラ古墳の天体図に見られる星は彩色された●で表されています。家紋にもそのような図柄があります。つまり、釈日本紀にある「鹿の肩甲骨占いをフト」というというのはこの星の事だったのです。ちなみに日本で☆が星を表すようになるのは 1800 年以降だと考えています。

### 「ふとまに」の語源

ではなぜ、「ふとまに」というのでしょうか。そして何故

「太占」という字をあてるのでしょうか。前々回の記事を思い出してください。古代日本語では星はプツ、フツと言っていたと考えても良いということでした。つまり、「ふと」は星を表す言葉だったのです。そういえば、「ふと」をしめす漢字「太」は太陽・太陰(月)・太白(金星)・太歳(木星)・太史(古代中国で天文・暦法などを司った役職)・太一(道教で天を主宰する神＝北極星)太虚(おおぞら)、太極(易学に発し宇宙



図3 ホシカレイ [5]

ホシカレイは丸い斑点があり、これがホシと呼ばれる。

ある。「ふと」を冠するものが甚だ限定されていることは、その語が特定の対象について用いられたものであることを、示すものといえよう。」としています。白川静氏の指摘のように「ふと」は特別な言葉で太をつける語には何かあるようです。私は、星に関係する言葉が多いのではないかと考えているのです。白川氏によると占星術の始まりは西域で起こったものらしいが、戦国時代(紀元前5世紀から紀元前221年)に中国に入り、歳星・星座と災害の観念と結びついたもので史記・官書に詳しいといえます。

このような事を併せて考えると隋の文帝は<sup>やまと</sup>倭が未だに星(つまり、卜骨)で占い(太占)、政治をしているのを「古い、非合理だ」と諫めたのだと考えられます。

実は、隋書の倭の周辺諸国の部分を読みますと沿海州や中国東北地区東部の「三国志 扶余 ([1]p. 39)」には、「軍事有るときも亦た天を祭り、牛を殺して蹄を覩て以って吉凶を占い・・・」とあり、さらに朝鮮北部「高句麗 ([1]p. 45)」では、「・・・鬼神を祭り、又靈星・社稷を祀る。」とありました。その注釈には靈星は農業を司る星の名、社稷は土地・穀物の神を表すとあります。朝鮮半島の東海岸にあった「濊 ([1]p. 73)」で「暁に星宿<sup>うかが</sup>を候い、予め年歳の豊約を知る。・・・常に十月の節を用つ

生成論で万物の源)など、天体・宇宙を表すのに用いられる文字です。天は大の上に一本線、太は大の下に点。何かありそうです。そこで字通[4]を調べてみましたら「太は・・・大から用義上分化したもので、・・・文献では大は大小の字に、太は神聖なものを呼ぶときの字に用いることが多く、わが国の

「ふと」の用義と似たところが

て天を祭り、昼夜、飲酒歌舞す、之を名づけて「舞天」と為す。」とあります。朝鮮半島南部の「韓（[1]p. 82）」でも「十月に農功畢るときも、亦た復た之の如し。鬼神を信じ、国邑には各一人を立てて天神を主祭せしむ。之を天君と名づく。」とありました。このように弥生時代に日本列島に渡来したと思われる大陸の民族は天や星を祭っていたことがわかります。ただ、倭のように卜骨のことには触れられていません。当時、大陸の先進国では亀卜やト骨のような占いをやめて、儒教、陰陽道の占いに變化していたのかもしれませんが。たとえば陰陽家が行う占いの一つに太一占があります。太一星の運行によって吉凶を占うものです。同じ星でも、これは、鹿の肩甲骨を灼いて行う占いより、当時としては現代的であったのです。

「ふとまに」は太兆とも書きます。まさしく、ホシが未来を暗示しているのでしょうか。ただ、私には「まに」の意味がよくわかりません。どなたか、ご教示願えればと思います。

## 太玉命

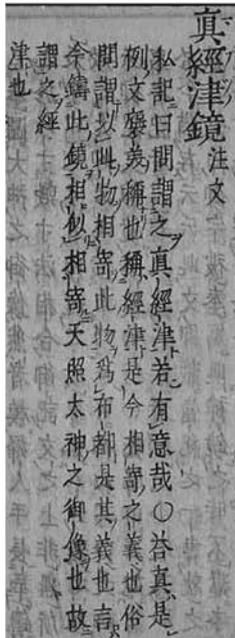
記紀には、もう一つ太をつかう言葉があります。それは天太玉命あめのふとたまのみことです。この神の名は古語拾遺（[6]p. 15）に出てきて、祭祀を掌っていた齋部（忌部）氏の祖先とされています。記紀や古語拾遺によると天照大神が天の岩屋戸に隠れたときに様々な神を率いて祭祀を行ったということです。古事記では、「天兒屋命、布刀玉命を召して、天の香具山の眞鹿男の肩を打ち抜きに抜きて、天の香具山の天の朱櫻ははかを取りて、占合ひまかなはしめて（うらなって、神意をおしはからせて）・・・（[7]p. 36）」とあり、卜骨したことがわかります。この文章のあとに「太御弊」「太詔戸」と続きます。

さて、この齋部は忌部を改めたもので 803 年に忌部宿禰浜成が齋部に改称することを願ひ許された記録があります。忌部氏は、かつては中臣氏とともに祭祀に携わってきていて、古墳時代の忌部氏に関係するとおもわれる遺跡からはおびただしい玉類が出土し、玉造り部の工房を管掌していたと思われます（[3]解説 p. 166）。玉が儀礼から外れていったあとは、忌部氏は衰退していったと考えられます。このことから先の天の岩屋戸隠れの一件は、忌部氏が奈良時代からみた「古代祭祀」つまり、「まつりごと」を伝えていた伝承ではないかと考えています。

真経津鏡

三種の神器の一つに八咫鏡やたかがみがあります。天照大神が岩屋戸に隠れたとき、思兼神おもいかねのかみは、太玉神に神々を率いて天照大神を和ませる材料をつくらせました。石凝姥神いしごりめのかみに天の香具山の銅を取って太陽の姿に似せて鏡を铸造させました([5]P. 18)。この鏡は八咫鏡やたかがみと云われ、分註には真経津鏡と書かれています (p. 36)。八咫鏡やたかがみの八は大きいと言う意味を表すと言われます。

しかし、この咫とは、円周の単位とも言われていて、八咫は、直径 46cm 前後に対応し、確かに大変大きな鏡です。福岡県の平原遺跡(弥生時代後期)からは直径 46cm の大型内行花紋鏡 5 面分の破片が発見されていますので、当時、このような大きな鏡が存在していたことは確かです。銅鏡の本家の中国ではこのような大型鏡はなく、日本特有なものと考えられています。



この真経津鏡にも経津の字があります。この経津はやはり星のことでしょうか。积日本紀(図5)によれば、「真経津と何を意味するか? 真は美称である。経津とは従うことである。いわば、この鏡を铸造して天照大神のお姿に似せてつくることである。」と読めます[3]。

さて、銅鏡には模様があります。その中に丸い乳状の突起があります。これを「星」と呼んでいます。星が4つの鏡、6つの鏡、7つの鏡、8つの鏡が見受けられます。どうも、鏡と星の関係にもまた、深いものがありそうです。

新の王莽の時代(後漢の直前)に、方格規矩四神鏡が作成されます。この鏡は、日本にも多量に持ち込まれ、200年後に魏でも作成されています。九州だけでなく、京都など近畿地方でも出土しています

図5 [3]より

(図6)。古墳時代に我が国でも模倣生産されたようです。図6をみますと中央の四角が地の四方を表し、外側の円が天を表す天円地方を表し、曲尺の模様が規矩となり天を大地につなぎ止める役割をしています。乳状の星が円の側に8つ見えます。円の一番外側に流雲紋があり、天の運氣を表すとされています。その内側に四神(青龍・白虎・朱雀・玄武)と他の瑞獣が描かれ、瑞祥の銘文が書かれています([8]p. 49)。このように鏡自体が



宇宙を写していたのです。つまり、弥生時代から古墳時代に我が国に持ち込まれたり、国産された鏡自体に星や宇宙（陰陽五行説による）がシンボライズされていたのでした。このように鏡は宇宙＝星の世界を人々の心に映すものだったのかもしれない。

図6 方格規矩四神鏡[9]

## 引用文献

[1] 「倭国伝 中国正史に描かれた日本」全訳注 藤堂明保・竹田晃・景山照國 講談社学術文庫 2010年

[2] 「日本書紀（一）」卷第一 神代 <sup>かみよのかみのまき</sup> 上坂本太郎・家永三郎・井上貞光・大野晋校注 1994年 岩波文庫

[3] 「釈日本紀」（京都大学附属図書館蔵 平松文庫）

<https://edb.kulib.kyoto-u.ac.jp/exhibit/h008/h008cont.html>

[4] 「字通」 白川静 2014年 平凡社

[5] <https://www.zukan-bouz.com/syu/ホシガレイ>

[6] 「古語拾遺」齋部広成撰 西宮一民校注 2015年 岩波文庫

[7] 「古事記」倉野憲司校注 2001年 第65刷 岩波文庫

[8] 「鏡が語る古代史」岡村秀典 2017年 岩波新書

[9] <https://blogs.yahoo.co.jp/tyokkomon/39760972.html>



## 小惑星いろいろ

小惑星の大部分は火星と木星に間をほぼ円軌道を描いて公転しています。



図は京都にちなんで Kyoto と名付けられた小惑星の軌道図です。1989年10月29日にダイニックアストロパーク天究館（滋賀県多賀町）の杉江淳氏によって発見されました。図では水星から土星までの軌道が描かれています。Kyotoの公転周期は4.6年、直径は約11kmです。



図は安倍晴明にちなんで Seimei と名付けられた小惑星です。1976年10月22日、木曾観測所で香西洋樹氏、古川麒一郎氏によって発見されました。公転周期は5.7年、直径は約13kmです。サイズが知られている小惑星はわずかです。

## 小惑星の話題

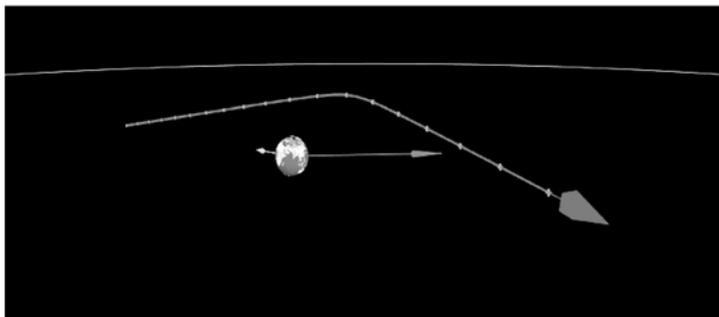
海王星軌道の外側に広がっている小天体は太陽系外縁天体（TNO）またはカイパーベルト天体（KBO）といわれています。近年「最遠の太陽系天体」が次々見つかって注目されています。



図はその一つで遠日点は3700億 km (2500AU) 公転周期は40,000年以上。さらに軌道面がほぼ垂直という特異な小惑星です。このような天体は近日点付近でしか発見されませんが、見つからないものが多数あるのかもしれない。

また軌道が地球軌道と交差する小惑星も多数見つかっており、NEO またはアポロアモール天体といわれています。これらは地球とニアミスを起こし落下する可能性があります。2018年には月よりも近づいたものが約50個もありました。

右図は2018年11月19日にニアミスを起こした小惑星2018WGです。この後軌道は変えられました。上部



の直線は月の軌道です。このようなニアミスは珍しくないようです [1]。

## 落下事件

昨年 12 月 18 日に誰にも気づかれずに大隕石が北太平洋に落下しました。これは過去 30 年間で 2 番目に大きなものでした[2]。後日判明したため、当日の画像はありません。ただし日本の気象衛星ひまわりの映像には残っていました。20 世紀初からシベリアには大隕石落下が 3 回も起こっています。



1908 年 6 月 30 日  
ツングースカでは隕石は  
見つかっていないが元の  
小惑星のサイズは推定  
50m。



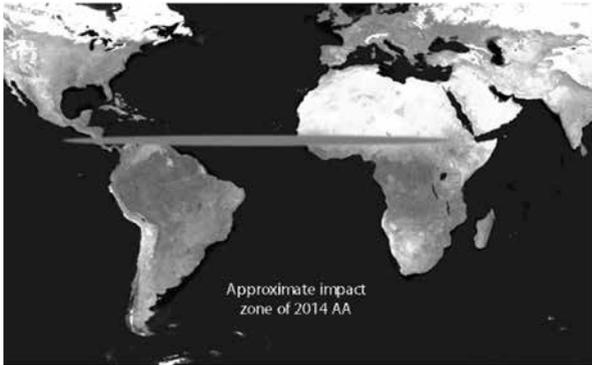
は 2013 年 2 月 15 日  
チェリャビンスク隕石落  
下。負傷者多数。

## 小惑星の話題

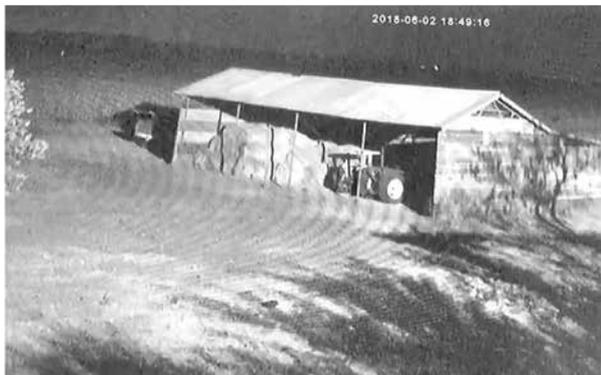
小惑星の落下が予測された例は3件あります。いずれも微小天体で大気圏でほとんど燃え尽きて被害はありませんでした。



2008年10月7日  
スーダン上空で爆発消  
失。約300個の隕石の破  
片が回収された。図はそ  
のとき現れた雲。



2014年1月2日  
南米北部上空から大西洋  
を横切りアフリカ上空で  
大気圏突入したらしい。  
推定直径3m



2018年6月2日  
ボツアナ上空で大気圏に  
突入。そのときのビデオ  
が撮られている。推定直  
径2m。隕石破片も回収さ  
れた。[3]

6500 万年前にメキシコに落下して恐竜時代の幕を引いた小惑星のサイズは 10km 程度といわれています。将来いつこのような事件が起こるかもしれません。

### 京都にちなむ小惑星

京都の地名人名がついた小惑星はこんなにたくさんあります。ただし生存者の名が付いたものは含めていません。すべて火星と木星の間を公転しているメインベルト小惑星です。

確定番号	固有名	由来	公転周期
4352	Kyoto	京都	4.58 年
5240	Kwasan	花山天文台	3.68
5825	Rakuyou	洛陽工業高校	4.34
7023	Heiankyo	平安京	3.8
8572	Nijo	二条城	3.29
8579	Hieizan	比叡山	3.91
9220	Yoshidayama	吉田山	3.73
10143	Kamogawa	鴨川	5.15
15402	Suzaku	朱雀	3.77
6866	Kukai	空海	5.26
5541	Seimei	安倍晴明	5.67
8305	Teika	藤原定家	3.75
5744	Yorimasa	源頼政	3.31
3733	Yoshitomo	源義朝	3.72

小惑星の話題

3902	Yoritomo	源頼朝	5.78
3178	Yoshitsune	源義経	4.48
4574	Yoshinaka	源義仲	5.19
4748	Tokiwagozen	常盤御前	4.54
4200	Shizukagozen	静御前	4.5
4896	Tomoe gozen	巴御前	5.48
4374	Tadamori	平忠盛	3.32
4375	Kiyomori	平清盛	3.47
4376	Shigemori	平重盛	3.33
4377	Koremori	平惟盛	3.67
4488	Tokitada	平時忠	3.22
4959	Niinoama	二位の尼	5.59
5242	Kenreimonin	建礼門院	4.69
5578	Takakura	高倉天皇	4.97
5684	Kogo	小督局	3.31
3686	Antoku	安徳天皇	4.53
3585	Goshirakawa	後白河法皇	5.38
4767	Sutoku	崇徳上皇	4.41
2249	Yamamoto	山本 一清	5.69
6913	Yukawa	湯川 秀樹	3.37
2652	Yabuuti	藪内 清	4.28

7594	Shotaro	宮本正太郎	3.75
7650	Kaname	中村 要	5.04
7842	Ishitsuka	石塚 睦	3.48
8560	Tsubaki	椿 都生夫	5.09
9432	Iba	射場保昭	3.60
14504	Tsujimura	辻村 民之	3.57

天文学者は意外に少なく平家物語の登場人物が多いですね。  
軌道要素、軌道図、位置、明るさ、名前の由来の説明などは[4] から閲覧  
できます。id=の後に第 1 列の番号を使います（ただし英語表示）。  
小惑星は 16 等～18 等ですから大きな望遠鏡でないと見えませんが、自分  
が名前をつけた小惑星をせいめい望遠鏡で眺めてみたいですね。

#### 参考文献

[1]<https://watchers.news/2018/11/19/4-newly-detected-asteroids-within-11d-november-2018/>

[2] <https://www.jiji.com/jc/article?k=2019032600174&g=int>

[3][https://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/9947\\_2018la](https://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/9947_2018la)

[4][http://www.minorplanetcenter.net/db\\_search/show\\_object?utf8=%E2%9C%93&object\\_id=10143](http://www.minorplanetcenter.net/db_search/show_object?utf8=%E2%9C%93&object_id=10143)

## 45cm 屈折赤道儀用 CMOS カメラ

金井敏正・山村秀人（NPO 花山星空ネットワーク）

これまで、NPO 花山星空ネットワークの観望会では、月や惑星を 45cm 屈折赤道儀で観望してきましたが、観望会当日が曇りや雨の時には、観望天体を事前に撮影した動画を 45cm 望遠鏡の説明の中で見てもらっていました。この事前撮影には家庭用ハイビジョンビデオカメラを用いて、45cm 望遠鏡の接眼部にコリメート方式で接続し撮影をして、これをパソコンのモニターで見る（プロジェクターで拡大）という方法を用いて来ました。（写真.1）



写真 1. 45cm 屈折赤道儀の接眼部に取り付けたビデオカメラ

### 1. 動画から静止画へ

これらの動画画像を静止画にして見ると空気の揺らぎで惑星の模様もぼやけてしまいます。惑星の静止画の撮影では、パソコンのソフトを使って動画で撮影した画像の中

から、良いコマだけを選別して数千枚ほど重ね合わせ（スタッキング処理）を行い、さらに画像処理をして、惑星表面の模様を浮かび上がらせる方法（ウェーブレット処理）があり、そのためのソフトも開発されています。

地上の小望遠鏡で撮影された動画から得られた画像でも、宇宙空間から撮影された画像と見まごうほどの詳細な模様まで表現された惑星の写真が取得されるようになりました。家庭用ハイビジョンビデオカメラで撮影した動画ファイルをこのような画像処理をするためには、スタッキング処理が可能なソフトに対応した動画ファイルに変換する必要があります。その後の画像処理にも相当の技術やこつが必要です。

以前は、惑星の動画撮影にはウェブカメラがよく使われていましたが、最近では、高感度 CMOS カメラが使われています。そこで、NPO でこの CMOS カメラを購入していただきました。CMOS カメラで撮影した動画ファイル（avi）は、そのまま、スタック処理のソフトに掛けることができます。また、出力ファイルを FITS にする事もでき、測光等にも使用可能になります。

## 2. CMOS カメラ

今回、NPO で購入していただいた CMOS カメラは ZWO 社の ASI224MC という機種(写真.2)で、広くアマチュアの天体写真家に利用されている物です。9 月に 45cm 屈折赤道儀に設置して土星の試写をしてみました。PC に CMOS カメラのドライバーやカメラ制御用のソフトなどをインス



写真 2. CMOS カメラ(ZWO-ASI224MC)と制御ソフトの画面(はめ込み)

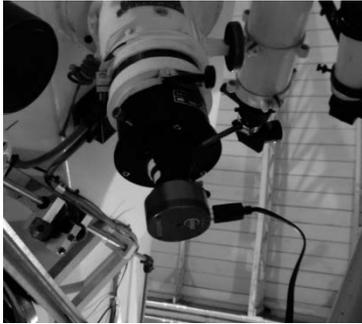


写真 3. 45cmに取り付けた CMOS カメラ

トールして、取扱説明書と首っ引きで PC を操作して撮影しました。小望遠鏡に設置する場合は、バローレンズなどで合成焦点距離を延ばして、CCD の受光面ですできるだけ像を大きくして直焦点で撮影をします。45cm 屈折赤道儀では焦点距離が 675cm もあり、そのまま CMOS カメラを接眼部に設置しました。(写真.3)

撮影作業は CMOS カメラから USB 接続をした PC の制御ソフトで行います。

ピントも PC のモニターに映った土星の画像を見て手で合わせます。3 分半ほど動画の撮影を行い、動画 Data はそのまま PC のハードディスクに保存されます。保存された画像は動画再生ソフトで見ることができます。観望会ではこの動画を使うことができました。

この動画の再生途中の静止画(写真.4)を見ると、気流の影響でかなりぼやけています。そこで、この動画をもとにスタック処理とウェーブレット処理を金井さんをお願いしました。(写真.5)



写真 4. 動画の静止画像

### 3. 動画からの画像処理(金井)

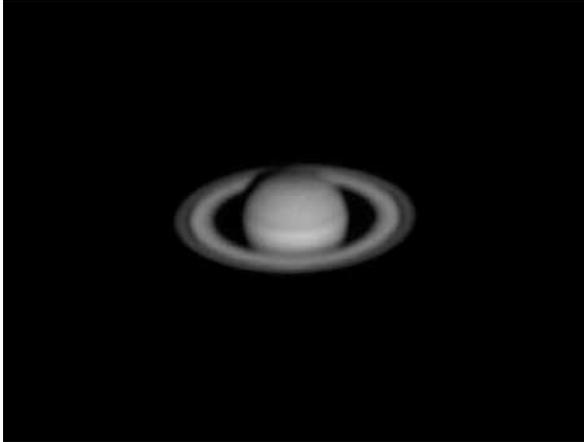


写真 5. 45cm 望遠鏡による動画からスタック・ウェーブレット処理した土星

に及ばない写真しか撮れなかったのですが、最近は画像処理技術の進歩で、肉眼ではほとんど見えていない部分まで写真化することができるようになりました。

撮像と画像処理の流れは、

①動画撮影

②動画から、良いコマだけを選別して重ね合わせ（スタッキング）

③重ね合わせた写真をベースに、画像処理をして、惑星表面の模様を浮かび上がらせる（ウェーブレット処理）ということになります。

いずれも、ネットで入手できる無料ソフトで対応可能です。私は、

①は FireCapture、②は

Autostakkert!2、③は Registax6 というソフトを使っています。

スタッキングでは、撮影した動画の、良像のうち上位何パーセントのコマを使うか（or 上位何コマを使うか）などの設定ができます。ウェーブレット処理では、模様を強調しすぎた処理をすると、明る

私は、星を見るのはほとんど眼視派で、写真はあまりやっていなかったのですが、今年の火星大接近を機会に惑星写真を始めました。7月に、惑星写真で有名な根本泰人さんのセミナーがあったので、それを参考にさせていただきながら、試行錯誤しています。惑星写真は、拡大率が高く、気流の影響を受けやすいため、銀塩カメラの時代には、望遠鏡を肉眼で覗いた見え方にはるかに

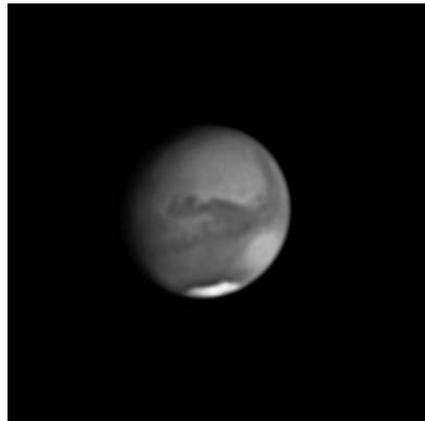


写真 6. 2018. 08. 26 火星（撮影、画像処理：金井）

い部分が白飛びしてしまったり、火星の砂嵐の影響が打ち消されて見えなくなったりするので、ほどほどにしておくことが必要です。

いずれにしても、元の動画が大気の状態が良い時に撮影された映像であるほど良い写真が得られます。写真 6 はこの方法で動画撮影と画像処理をした今年の火星像です。

大口径望遠鏡になるほど、大気の影響を受けやすいので、フルに性能を引き出すには根気強い撮影が必要です。日本は、上空を偏西風が流れているので、なかなか安定した気流の元での撮影は難しいようです。私もいつか、沖縄以南の偏西風の影響が少ない地域に望遠鏡を運んで、撮影にトライしてみたいと考えています。

#### 4. CMOS カメラの利用

この CMOS カメラは排出する画像ファイルのフォーマットを FITS にして保存することができます。それを FITS 画像処理ソフト‘マカリ’で測光することもできます。

写真 7 は 12 月 25 日に 13cm 屈折赤道儀の直焦点で、この CMOS カメラを使って撮影したウイлтаネン彗星(46P)です。この画像の等光度曲線をマカリで作成しました。彗星の核の周りのコマを作るガスの分布がよく分かります。

今後、観望会に向けた 45cm 望遠鏡の事前撮影などの機会に惑星や、月、星雲をこの CMOS カメラを使って、できるだけきれいな動画や静止画を撮ることにチャレンジしたいと考えています。

しかしながら、画像処理技術が進んで、いかにきれいに細部まで表現した静止画ができるとはいえ、観望会や観測で生の天体の姿を自分の目で見ることの感動と大切さは他に優るものありません。

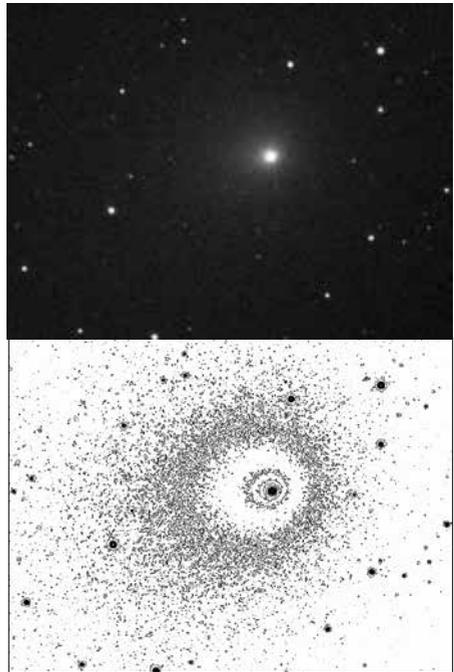


写真 7. ウイлтаネン彗星(46P)と等光度曲線  
<13cm 屈折赤道儀+CMOS カメラ(4s 露出 × 10frame コンポジット、撮影:山村)>

## 昨今の黒点数の減少はミニ氷河期到来の予言か？

浅井 歩（京都大学理学研究科附属天文台）

太陽から放たれる光のエネルギーは、地球上のあらゆる生命活動の源です。太陽の活動度は、黒点の多い少ないに見られるように変動しています。この変動は地球の気候にも影響を及ぼしていると考えられています。最近の黒点数の変化は、地球温暖化と関係があるのでしょうか？

### 太陽の活動周期とミニ氷河期

太陽では大小さまざまな爆発現象（フレア）が起きています。また、フレアに伴い、大量のガスが宇宙空間に放出されます。大フレアや大規模噴出現象により宇宙空間は激しくかき乱され、人工衛星の故障や誘導電流による大停電を引き起こすことがあります。このため、宇宙空間の乱れを監視し予報する「宇宙天気予報」がとても重要になっています。フレアは、黒点のそばで発生しますが、黒点が多く観測される時期、少ない時期、すなわちフレアの多い少ない時期が、周期的に起こっていることが分かっています。

1600年以降、ガリレオ・ガリレイをはじめとして、天体望遠鏡を用いた太陽黒点のスケッチの記録が残されています。図1に過去400年間の黒点数の変化を示します。これから、太陽黒点の多い少ない時期が約11年で周期的に現れていることが分かります。一方、1645年ごろから1715年ごろに黒点が極端に少ない時期が見られます。この時期は、「マウンダー極小期」と呼ばれています。全世界的に寒冷であったことが知られており、「ミニ氷河期」と呼ばれることもあります。このように、太陽活動が極端に低調だった時期と、寒冷だった時期が重なることから、太陽活動の長期変動が地球の気候に及ぼす影響について着目され、「宇宙気候（Space Climate）」として議論されています。

また、直近では2014年ごろに太陽極大期を迎えましたが、これは過去約「100年ぶり」、つまり1900年ごろに匹敵する大変低調な極大期でした。加えて、2008-2009年ごろの極小期も、極端に期間が長く、黒点が全く観測されない「無黒点」の日数の多さも記録的でした。これから太陽はどんどん活動度が低下するのでしょうか？それに伴い、地球は寒冷化し、ミニ氷河期が再来するのでしょうか？

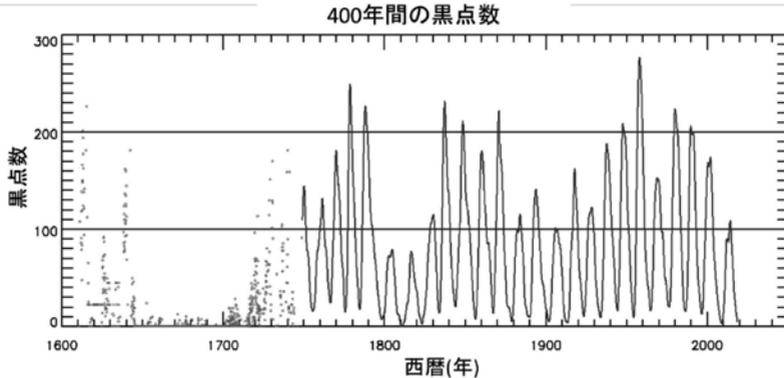


図1 過去400年の黒点数の変化

## 太陽総放射量

太陽からは、光のエネルギーが放出されています。比較的大きな太陽黒点が現れると、太陽からの放射エネルギー量は少し暗くなります。黒点は、太陽表面に現れる「暗い」領域だからです。一方、太陽の縁（ふち）の辺りでは、黒点の周辺で磁場が比較的强大な領域が「白斑」として明るく見えることがあります。白斑は周辺より明るいいため、白斑が多いと太陽からの放射エネルギー量は増えます。暗みに利く黒点と明るみに利く白斑のバランスで、太陽からの放射エネルギー量（明るさ）は決まっています。そして、黒点と白斑はどちらも磁場に起因しますが、長期的には、太陽活動が活発で磁場が多い太陽活動期に、太陽は明るくなります。図2は、太陽総放射量と太陽黒点数の変動を過去40年間比較したものです。全体としては、黒点数の変動と太陽総放射量の変動は、同期していることが分かります。

それでは、太陽放射の変動が地球の気候に影響を及ぼしているのでしょうか？この問いに答えることは簡単ではありません。太陽総放射量は黒点数と同期して変動しますが、その変動幅は高々0.1%に過ぎません。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）では、太陽活動周期や太陽総放射量の変動は、自然起因の気候変動の要因と認識されていますが、変動幅が小さいことから地球気候に与える影響は小さいと判断されています。ただ、太陽総放射量の測定は人工衛星で行いますが、観測装置間の較正（キャリブレーション）が難しく、複数の装置を連結するような、過去数十年間スケールの変動は、良く分かっていません。ましてや、マウンダー極小期での太陽総放射量の推定は困難です。あれほど極端に太陽活動が低調であれば、地球気候に影響を及ぼすほど太陽総放射量が低くなるとの推定もあります。

## 昨今の黒点数の減少はミニ氷河期到来の予言か？

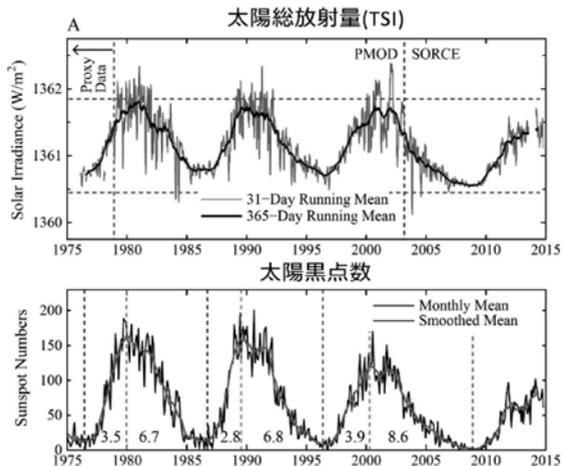


図2 太陽総放射量（上段）と太陽黒点数（下段）の比較。（NASA）

## 太陽紫外線放射変動

太陽からは、さまざまな光が放たれています。その中で紫外線放射の変動と地球気候の関係に関心が高まっています。太陽紫外線放射も太陽活動周期と同期した変動を示します（極大期で明るい）が、その振幅は波長によっては10～100%と、太陽総放射量と比べてはるかに大きくなっています。太陽紫外線は、地球の超高層大気に吸収されほとんど地表面に届きませんが、紫外線を吸収する大気には大きな影響を及ぼします。もし超高層大気の変動が下層の対流層にも何らかの作用で影響を及ぼすのであれば、太陽紫外線放射の変動が地球気候に影響を及ぼす可能性があります。

では、太陽の紫外線はどこから放たれるのでしょうか？太陽には、肉眼で見た時の表面である光球（可視連続光はここから放たれています）の上に、彩層と呼ばれる温度約1万度の太陽大気が広がっています。さらにその上空には、温度200万度以上と高温のコロナが広がっています。太陽紫外線は、主に彩層から放たれています。図3に例を示します。左はNASAの人工衛星SDO搭載の紫外線撮像装置AIAによる太陽紫外線（170nm）の画像、中と右は、可視光領域だけど太陽彩層に感度があるスペクトル線（それぞれ、ハワイ・マウナロア太陽観測所で撮影されたカルシウムK線、京都大学飛騨天文台SMART望遠鏡によるH $\alpha$ 線）で観測した太陽の画像です。これらは特徴がよく似ていることが分かります。特に黒点の周辺に見られる明るい領域（プラージュ）には、多くの共通点が見られます。

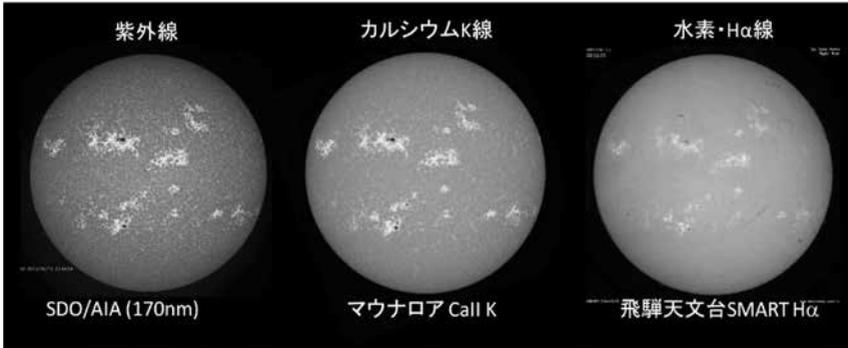


図3 太陽紫外線画像（左：NASAのSDO衛星AIAによる171nm画像）、カルシウムK線画像（中：ハワイ・マウナロア太陽観測所）、H $\alpha$ 線画像（右：京都大学飛騨天文台SMART望遠鏡）の比較（2013年5月16日）。

太陽紫外線の撮像観測は、（紫外線は地表面に届きませんから）人工衛星により行う必要があります。しかし、放射強度は1970年代後半になってから観測されており、太陽全面画像の定常的な観測はさらに最近にのみ限られます。そこで、「太陽彩層画像」を用いた太陽紫外線放射強度を推定する研究が進められています。カルシウム線やH $\alpha$ 線といった彩層の画像なら、約100年間の観測データの蓄積が世界中にあります。図4には、京都大学飛騨天文台およびペルー・イカ大学のフレア監視望遠鏡で観測された太陽彩層画像を用いて、プラージュ領域を抽出しその面積の変動を太陽黒点数と比較したものです。彩層プラージュ領域の変動は、太陽紫外線放射とともに良く似た変動、振幅を示すことが分かってきました。

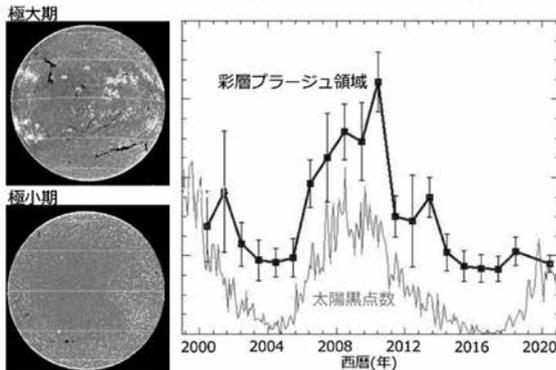


図4 左 極大・極小期のフレア監視望遠鏡H $\alpha$ 線画像。白の等高線はプラージュ領域を示す。右 プラージュ領域と黒点数の変動。（渡邊氏、上野氏による）

## 昨今の黒点数の減少はミニ氷河期到来の予言か？

さらに古いデータの活用も重要です。例えば、京都大学でも花山天文台や生駒太陽観測所で1928年から観測が行われています。これらは知りたい紫外線の波長そのものではありませんが、図3で見たような、紫外線画像と彩層画像との共通点から、太陽紫外線放射の長期変動を調べるのが可能だと考えています。これらの古いデータは、写真乾板で記録されており、直ちに紫外線の放射強度などを推定することは極めて難しいのですが、明るいプラージュは見て取れますから、その面積の変化などから、太陽紫外線の放射強度の長期変動を探る試みが行われています（図5）。

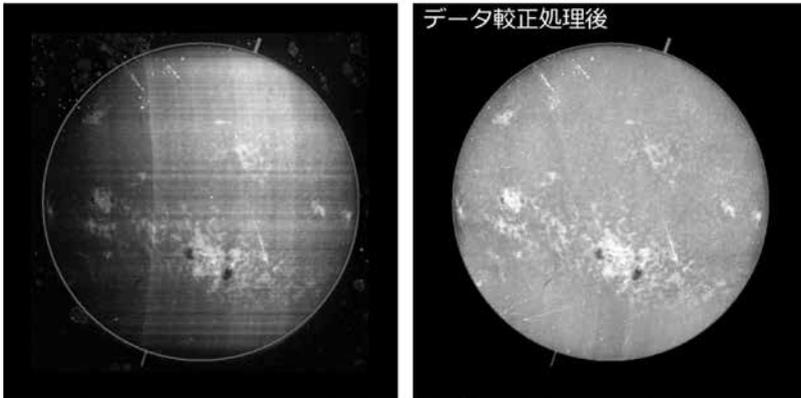


図5 1947年4月6日、観測史上最大の黒点が観測された日の太陽カルシウムK線画像（京大大学生駒山太陽観測）左は乾板データをスキャンしデジタル化したもの。右は画像ムラの除去などデータ校正処理を施したもの。（坂上氏による）

## 過去の太陽活動を探る

黒点の記録よりも過去の太陽活動を探る研究も、盛んに行われています。その謎を解く手段の一つが、宇宙線（宇宙放射線）です。宇宙線は、太陽系の外、はるか遠くの宇宙からやってくる、極めて高エネルギーの荷電粒子で、超新星残骸などにより加速されています。宇宙空間には、このような宇宙線が飛び交っており、地球上にも届きます。一方で、太陽からは、太陽風と呼ばれる高温（約100万度）で電離したガスが噴き出し、太陽の勢力範囲「太陽圏」を形成しています。太陽活動が盛んなときは、太陽圏が広がり宇宙線が入りにくくなります。逆に極小期では、たくさんの宇宙線が侵入します。そのため、太陽活動と宇宙線の強度には、逆相関の関係があり、この性質を利用するのです。大木の年輪などから過去の宇宙線の量を測定し、過去の太陽活動を調べると、やはり、太陽活動の活発な時期は気温が上昇する、という相関が見て取れます（図6）。

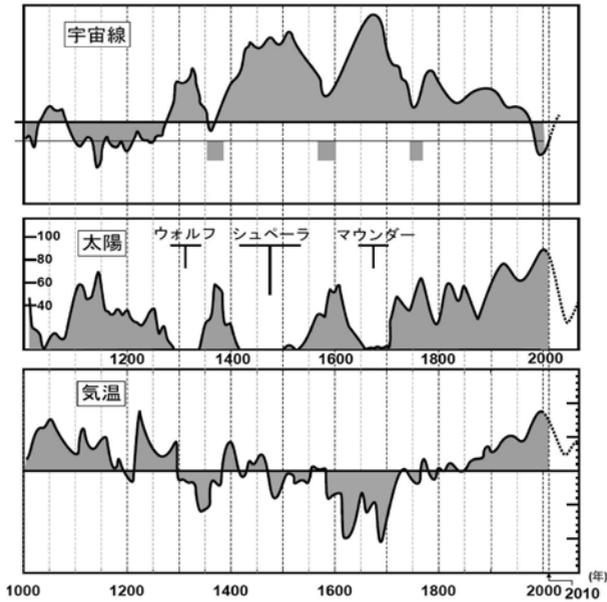


図6 過去1000年間の宇宙線、黒点数、気温の変化。(丸山茂徳氏による)

## 最後に

現在、次の極大期や今後の太陽活動がどうなるのか？について高い関心が寄せられ、太陽ダイナモの観点、極域磁場の強度との経験的な関係などから、研究が進められています。活動度について幅広い予報結果が報告されていますが、2014年ごろと同程度（あるいは若干低調）という推定が多いようです。長期的に見て、太陽が低調期に入り、地球で寒冷化が起こる可能性は十分にあります。

太陽活動と地球気候との間には関係がありそうですが、地球大気中の化学反応や大気大循環を考慮しなければならないなど、地球大気の複雑な体系を考えると、理解することは簡単ではありません。太陽紫外線放射による気候変動については、地球大気システムのモデル計算に基づく評価が進んでいます。そのためにも、太陽紫外線放射の長期変動の見直しが求められています。宇宙気候の解明には、太陽物理学・地球超高層大気物理学・地球気象学など関連する分野の研究者がしっかり連携することがますます重要です。

## X線天文学の技術で雷の謎に挑戦したお話

榎戸輝揚（京都大学）

京都大学の白眉センターに着任して4月で5年目になる榎戸輝揚（えのとてあき）です。専門はX線天文学会を中心に磁場が強いコンパクト天体「中性子星」の観測的研究で、その縁もあって宇宙物理学教室を受け入れ部局をお願いして研究を進めてきました。私が雇用されている白眉プロジェクトは、京都大学がおよそ10年前に始めた若手教員の養成プログラムで、5年の任期付きでテニユアトラックではないかわりに、その間は、普通の教職員が担わないといけな学務から解放されて、自由に研究活動に専念させてもらえるという、昨今は、せちがらくなってしまった大学というアカデミアの場であって、とてもありがたい制度です。おかげさまで、この5年間は学者のはしぐれとして、自分の知的好奇心の向かうまま、研究プロジェクトを進めることができました。今回は、金曜天文講話（花山天文台の将来を考える会）でのトークの機会に、その経緯を記録に残しておこうと思います。まずなによりも、サポートくださった皆様にお礼申し上げます。

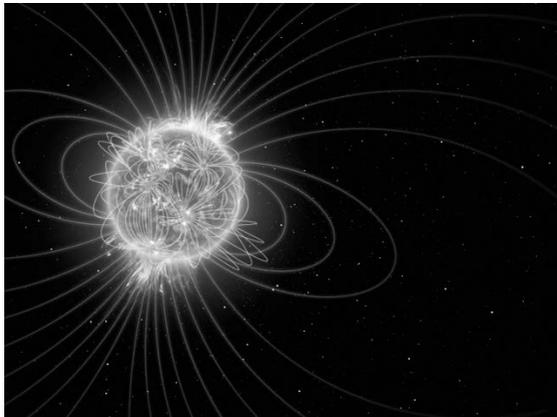


図1 宇宙で最大の磁石星（中性子星の一種である）マグネターの想像図。本稿ではこの話題は詳しく扱わないですが、興味のある方は、宇宙科学研究所の「読む ISAS」の中の「宇宙科学最前線 中性子星の織りなす物理の魅力」<sup>1</sup> をご覧ください。

<sup>1</sup> <http://www.isas.jaxa.jp/feature/forefront/180618.html>

京都大学に着任する前は NASA ゴダード宇宙飛行センターの X 線天文学の部局で、次世代の X 線望遠鏡 Neutron star Interior Composition ExploreR (NICER)の開発に携わっていました。2015 年に京都大学に着任した際は、NICERに加え、当時は ASTRO-H と呼ばれていた日本の第六代の X 線天文衛星と、PRRXYs と呼ばれていた NASA と理研などを中心とした X 線偏光を専門にする新世代の観測プロジェクトを組み合わせ、宇宙で最も磁場の強い中性子星と言われる「マグネター」の放射機構や進化の謎の解明に挑もうとしていました。ところが、初年度、NICER の打ち上げは延期、NASA の有力なプロジェクトと見なされていた PRAXyS も、打ち上げに至る選定で採択されませんでした。さらに、ASTRO-H は打ち上げ後に「ひとみ」衛星と名付けられ初期観測に入った直後、姿勢系などの問題で喪失してしまいました。宇宙 X 線は地球大気で吸収されてしまうため、大気圏の外で観測を行う必要があります。代替手段がないのです。人工衛星を使うプロジェクトが大型化する現代において、延期されただけの NICER を除けば、新しい観測機器を任期の 5 年間に再打ち上げできる見込みはなく、研究上の主力観測装置を立て続けに失ってしまいました。

ちょうどその頃、別のプロジェクトも始めていました。雷や雷雲からガンマ線が検出されるようになり、そういった大気電気現象では、強い電場により電子加速が起こっていることがわかってきたのです。X 線やガンマ線などのいわゆる高エネルギー天文学では、宇宙遠方のブラックホールや中性子星、超新星残骸などで、粒子が加速される仕組みを研究しています。我々にとって身近な雷や雷雲でも、実は同じように粒子加速が起きていることは、以外にも最近になって認識されるようになり、観測的研究が行われるようになってきました。天文学で扱う対象との違いは、宇宙空間で粒子加速が行われている場所に比べて地球大気の密度はきわめて高いことや、宇宙では磁場が粒子加速に強く関与しているのに対し、雷や雷雲では電場が役割を果たしていることです。いずれにしても、自然界の粒子加速を調べる上で面白い対象である雷や雷雲は、X 線天文学者が持っている放射線の観測技術で挑戦できる研究対象でした。

実は自分は修士論文として、この雷雲からのガンマ線の観測的研究をやっていて、日本海側の冬季雷雲や冬季雷は絶好のターゲットであることを知っていました。京都大学に着任して、雷がたくさん起こる金沢などの、地域も近いので、そこに多地点の観測網を構築しようと思いたちました。しかし、放射線の測定装置を開発するための研究資金が足りませんでしたので、当時まだ珍しかった学術系クラウドファンディングに挑戦することになりました。これは、2 ヶ月という限られた期間で 100 万円の寄付を市民サポーターから募り、達成できたときに限り研究資金がもらえるというものです。理化

## ×線天文学の技術で雷の謎に挑戦したお話

学研究所に在籍していた同僚と二人で挑戦し、SNS も活用してサポートをお願いした結果、160 万円の寄付をいただいて、研究を進めることができました。さらに、これも後押しになって、日本学術振興会からの科学技術補助金を獲得することもできました。私たちは、これらを使いながら、小型ながら性能のよい観測装置を開発し、多地点の観測網を構築することができました。



図 2 学術系クラウドファンディングのサポートも得て新たに開発した小型の放射線検出器を金沢大学の屋上に設置している様子。

雷雲や雷からのガンマ線を検出できる小型の放射線検出器は、石川県の金沢や小松、新潟県の柏崎などの複数の場所に設置することができました。特に金沢では市街地の上空を冬季雷雲が通過していきます。これを捕まえるため、現地の高校や大学、民間企業などに協力を依頼し、その敷地や屋上などに装置を設置しました。現時点で 23 箇所に設置を行って運用をおこなっており、これからも金沢の市街地を中心に設置場所を探し、観測網を広げていく予定です。これから最先端の科学研究が宇宙や深海、地下深くなどで行われることが多くなってきた現代において、私たちが普段生活を行なっている生活の場で、科学研究を市民と連携しながら行えるというのはなかなか面白いと思っています。観測した装置群は、冬になると雷雲からのガンマ線を続々と検出するようになってきました。これは、雲の中に強い電場領域があり、ここで電子が加速されて大気にぶつかり制動放射と呼ばれるプロセスで光を出すためです。



図 3 我々が観測した雷からのガンマ線で大気中の窒素で光核反応による物理反応を描いた模式図(Enoto et al., Nature 2017 の京都大学のプレスリリースより)<sup>2</sup>。

予想していなかった発見もありました。雷放電が起きた直後、0.1 秒ほどにわたって、強烈なガンマ線が検出されるというイベントを捉えることができました。さらに 35 秒ほど遅れて、0.511 MeV のエネルギーをもったガンマ線が上空から降り注いでいるのが観測できました。これは一体、何でしょうか？私たちのチームでやや興奮気味に解析と議論を重ねた結果、これは雷放電に伴って放出されたガンマ線が大気中の窒素や酸素の原子核とぶつかって光核反応を起こしたものと統一的に解釈できました。原子核の中には中性子や陽子が束縛されています。ここに 10 MeV を超えるガンマ線がぶつかりると中性子が飛び出して、例えば窒素 14 (中性子 7 個、陽子 7 個からなる) は中性子のひとつ足りない窒素 13 に変わります。この窒素 13 は不安定なので、だんだんと崩壊して安定な炭素 13 に変わっていきます。このプロセスをベータプラス崩壊と呼びますが、ここで出てくる陽電子は大気中の電子とぶつかって対消滅し、ふたつの 0.511 MeV の光になります。雷を起こした雲が検出器の上空までやってくるのに

<sup>2</sup> 京都大学プレスリリース: [http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research\\_results/2017/171123\\_1.html](http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2017/171123_1.html)

35秒ほどかかり、対消滅の光を放射しながら、上空を飛び去っていくのを私たちは検出できたわけです。さらに、この最初の反応で原子核から飛び出した中性子は、大気中で拡散しつつ減速し、大気中の原子核に捕獲されたときに、ある割合でガンマ線を出します。雷の直後の0.1秒の強力なガンマ線はこれを観測したわけです。この結果は、チームでの活発な議論と検証の後、2017年にNature誌に掲載され、英国のPhysics World誌が選定する2017年の物理分野のTop 10 Breakthroughにも選ばれました。詳しくご覧になりたい方は、脚注2の京都大学のプレスリリースなどや、原論文(Enoto et al., Nature, 551, 481-484, 2017)などをご覧になっていただけるとありがたいです。手作りで開始した研究プロジェクトを多くの方に知っていただけるのは、研究者として大変ありがたい経験でした。

私たちのチームでは、さらに観測地点を増やして、雷で発生していることがわかってきた光核反応の定量的な評価や、雷雲の中での電子加速のプロセスを解明しようと考えています。そのためには、市民に計測に協力してもらえそうな体制作りも考えています。こういった市民と連携した科学研究の枠組みを広く「オープンサイエンス」と我々は呼んでおり、そのノウハウや将来性を議論するため、京都オープンサイエンス・ミーティング<sup>3</sup>というイベントを毎月開催しています。ここでは、市民と連携した学術プロジェクトを進めている方をお呼びして、自由な雰囲気を保ちつつも、活発な議論を進めています。もし、この記事を読んでくださった方で、ご興味のある方がおりましたら、ぜひご参加いただければありがたいです。

私たちのグループでは、この「雷雲プロジェクト」<sup>4</sup>を今後も進めていくつもりです。多くの方のサポートを今後もいただけますと、幸いです。どうも読んでいただいてありがとうございました。

---

<sup>3</sup> <https://kyoto-open.science>

<sup>4</sup> <https://thdr.info>

## 改定グレゴリオ暦

編集子

現在、使っているグレゴリオ暦よりもっと正確な暦は簡単にできます。 $y$  年の間に  $x$  回閏年を置くと 1 年の平均日数は  $365 + x/y$  日であり、それが 1 回帰年  $365.24219\cdots$  日に近くなるような自然数  $x$  と  $y$  を探していきます。1000 年間にわたって調べた結果が下表ですが、No.1 No.2 No.3 No.5 に基づく暦を実際に設置することは困難です。では No.4 と No.131 による方法を考えましょう。

順	y	x	y/x
1	929	225	0.2421959
2	801	194	0.2421973
3	673	163	0.2421991
<b>4</b>	<b>128</b>	<b>31</b>	<b>0.2421875</b>
5	545	132	0.2422018
16	900	218	0.2422222
<b>131</b>	<b>33</b>	<b>8</b>	<b>0.2424242</b>
<b>153</b>	<b>400</b>	<b>97</b>	<b>0.2425</b>

### No. 4

- ・西暦年が 4 で割り切れる年は閏年
  - ・ただし 128 で割り切れる年は平年
- 2048 年は平年となる。

### No. 131

- ・西暦年が 3 で割り切れる年は閏年
  - ・ただし 9 で割り切れる年は平年
  - ・さらに 99 年に 2 回ほど閏年を加える
- 2019 年は閏年になる。

もっと簡単な改訂法はグレゴリオ暦 No.153 のルールにもう 1 項目付け加えることです。

- ・ただし西暦が 3200 で割り切れる年は平年とする。

すると 1 年 =  $365.242189441$  日となり、しかも当面変更はありません。

このように現行暦よりも正確な暦はいくらでもできますが、置閏法が複雑になって使いにくくなります。

## 南天の星ぼし

秋田 勲（城陽天文台）

2月に西オーストラリア・ワディーファームに行ってきました。  
そこは星見の名所です。



銀河に流れる流星

2019年2月5日 03  
時 57分～58分（現  
地時）

Canon6D F3.5  
f=15mm ISO1600



2月7日 02時 36分  
～51分（現地時）

Canon6D改造 F3.5  
f=15mm ISO1600  
ケンコーN01 ソフト  
フィルター

下に大小マゼラン  
雲、右の明るい星  
はカノーパス



金星 M8 M20

2月5日 03時31分～33分

(現地時)

Canon6D 改造 F3.5

f=200mm ISO1600



沈む太陽

2019年3月8日 17:54 & 17:55

城陽市にて

4000分の1 FL102 (f=900mm)

CannonKISSX6i ISO100

プラネタリウムのなかでは、  
おおきな宇宙への夢が  
育っています。



## コニカミノルタ プラネタリウム株式会社

東京事業所 〒170-8630 東京都豊島区東池袋3-1-3

TEL (03) 5985-1711

大阪事業所 〒550-0005 大阪府大阪市西区西本町2-3-10 西本町インテス

TEL (06) 6110-0570

東海事業所 〒442-8558 愛知県豊川市金屋西町1-8

TEL (0533) 89-3570

URL : <https://www.konicaminolta.jp/planetarium/>



## 太陽活動と気候変動

フランス天文学黎明期からの成果に基づいて

4月  
発売

エリザベート・ネム＝リブ、ジェラルド・チュイリエ 著  
北井 礼三郎 訳 A5判 定価 (本体 2,500円 + 税)

17世紀の最初の光学的観測から現在まで、太陽の役割がどのように明らかにされてきたのか、太陽活動と地球気候の関係とはどのようなものなのか、そして混沌たる地球気候の将来はどうなるのか…？フランスの太陽物理学者と気象学者がタッグを組んで、これまでの観測を詳しく検討した結果をもとに解説する。

〒160-0008 東京都新宿区四谷三栄町 3-14

TEL 03-3359-7371 FAX 03-3359-7375 <http://www.kouseisha.com/>

恒星社厚生閣

# HERO

ソフトウェア開発で社会に貢献しています。

## 株式会社ヒーロー

代表取締役 岡村 勝

〒532-0011 大阪市淀川区西中島 6丁目6-6 NLC 新大阪 11号館 7階

### 【事業紹介】

#### ・ソフトウェア開発

制御・組込系：家電・情報端末分野の身近な機器を最新技術でより便利に

情報統合系：コンサルテーションから設計開発、運用、保守まで提供

アミューズメント系：開発サポートツールからアミューズメントプログラムまで

#### ・技術者派遣（流通分野、SNS分野に特化）

・製品販売 ～京都大学花山天文台 星座早見盤～



<http://www.herojp.co.jp>



## 小型人工衛星用コンポーネント

小型人工衛星に搭載するVSGA(ジャイロ)、PCU(電源制御器)、バッテリー、MIU(MTQ インターフェースユニット)等のコンポーネントを開発・製造を行っております。

航空宇宙で培った高品質・高信頼性技術を基に、お客様のニーズにあった製品、技術サービスを提供いたします。



株式会社エイ・イー・エス

〒305-0032 茨城県つくば市竹園 1-6-1

TEL:029-855-2001 FAX:029-855-9815

HP:<http://www.aes.co.jp/>

# 事務局からのお知らせ

春の陽気がだんだんと麓から山の方へ上がってくる良い季節になってきました。皆様には如何お過ごしでしょうか。花山天文台では3月初旬に鶯の声を聞くことができました。今年は早く暖かくなって桜の開花も早まるという予報でした。本誌がお手元に届く頃には桜の季節も終わっているかもしれません。

さて以下に年度前半の行事を掲載させていただきます。昨年豪雨の影響で実施できなかった子ども飛騨天文台天体観測教室と飛騨天文台自然再発見ツアーも開催します。

これからあたたかくなり、天体観望の季節となります。みなさまどうぞ、お問い合わせでご参加のほど、お待ちしております。

- 5月11日(土) 第78回花山天体観望会:「月」
- 6月9日(日) 第23回講演会、第12回通常総会
- 7月27日(土) 第79回花山天体観望会:「木星とガリレオ衛星」
- 8月2日(金)～4日(日) 第12回子ども飛騨天文台天体観測教室
- 9月14日(土) 第80回花山天体観望会:「名月と名曲」
- 10月5日(土)～7日(月) 第9回飛騨天文台自然再発見ツアー

## 編集後記

今季号には、京都新聞に「星を見つめて」という記事が連載されることと「明月記」が天文遺産に認定されたというホットニュースが2件載っています。編集部ではこのような情報も含め、最新天文宇宙ニュース、普及活動報告、思い出の星空、天文書・ソフト、和歌・俳句・川柳、天体写真・イラストなど投稿・ご意見などの投稿をお待ちしています。

次号の原稿締め切り日は6月15日です。投稿に関しては、なるべくテンプレート(Word)を本NPOのホームページからダウンロードして、エディタに書いたテキスト文をそこにコピー貼り付けして作成してくださるようお願いいたします。原稿作成のお問い合わせや送付先は

astron@kwasan.kyoto-u.ac.jpです。

編集子

# 近衛桜



## NPO法人花山星空ネットワークへの入会方法:

ホームページ <http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/hosizora/join.html> をご覧ください。

住所・氏名・連絡先電話番号を電子メール または電話でお知らせ下されば、  
(電子メール: [hosizora@kwasan.kyoto-u.ac.jp](mailto:hosizora@kwasan.kyoto-u.ac.jp) 電話: 075-581-1461)  
入会申込書と会費の振込用紙を郵送いたします。

- (1) 正会員 (一般) ・入会金 2,000円 ・年会費 4,000円  
(学生) ・入会金 1,000円 ・年会費 3,000円
- (2) 準会員 ・入会金 1,000円 ・年会費 3,000円
- (3) 賛助会員 年額1口以上 (1口30,000円)

### 発行人 認定NPO法人花山星空ネットワーク

〒607-8471 京都市山科区北花山大峰町 京都大学花山天文台内

Tel 075-581-1461 URL <http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/hosizora>

### 印刷所 株式会社あおぞら印刷

〒604-8431 京都市中京区西ノ京原町15

2019年3月31日発行

定価: 360円