

会報

Vol.42

花山星空ネットワーク

ástron



パリンジャーメテオクレータ



NPO法人 花山星空ネットワーク

あすとろん 第42号 目次

理事長交代のご挨拶	黒河 宏企 西村 昌能	1
最高の星空	秋田 勲	2
世界天文コミュニケーション会議 (CAP) 2018 in 福岡	青木成一郎	4
私たちの宇宙を生み出した「無」とは何か?	遠藤恵美子	7
記紀神話に見られる星の神々 (1) ツツは星か	西村 昌能	15
太陽に招かれて 70 年	小池田洋子	22
超大質量星はどのような最期を迎えるのか? 2	永田駿介	24
大阪城と ISS	中川 均	30
火星をうまく見るために	安達 誠	31
アメリカ皆既日食と大自然満喫の旅	茶木恵子	33
お知らせ	事務局	

表紙画像 バリンジャー メテオクレータ p33 参照
茶木恵子氏撮像 2017 年 8 月 アメリカアリゾナ州にて

裏表紙画像 満月の大きさ比べ
秋田勲氏撮影 2017 年 6 月 9 日、12 月 3 日

理事長交代のご挨拶

黒河宏企（前理事長）・西村昌能（新理事長）

2006 年創立の当ネットワークは、お蔭さまで 12 歳となりました。この間、72 回を数えた花山天体観望会をはじめとして、様々な活動が展開されて来ましたが、その中で多くの科学を愛する皆さんが、「宇宙と自然について学び、青少年の理科教育やより多くの市民の生涯学習に寄与することを目的とする」と謳っている当法人の定款第 3 条を実践して来られました。私も色々なことを学ばせていただき、人と人との繋がりや有難さを教えて頂きました。退任するにあたり、ご支援ご協力を頂きました会員の皆様方に厚くお礼申し上げます。また、このような楽しみの輪を、次の 10 年で更に発展させるために、創立当初より理事として活躍して来られた西村昌能さんにバトンを引き継いで頂きましたことは、誠に幸いでした。

「天文学の壮大さと美しさを一人でも多くの子ども達に感じて欲しい」と、「あすとろん」創刊号に書きましたが、今もこの思いは変わりません。今後も引き続きお手伝いをさせて頂きたいと思っておりますので、よろしくお願い致します。

黒河宏企

長年、理事長の御大役を 10 年以上にわたり務められ、本 NPO の礎を築いてこられた黒河宏企先生の御退任を受けて新しく理事長になりました西村昌能です。私は、本 NPO の設立当時から理事をさせて頂き、黒河先生の下で NPO の運営に関わる仕事をさせて頂いておりました。花山天文台とのご縁は、教員最後の 15 年間、勤務していました京都府立洛東高等学校の生徒が 2002 年から「花山天文台実習」と称して太陽館の高分散分光装置を利用した探究活動をさせて頂いたことに始まります。14 年間お世話になったその実習の指導をさせていただいていたのが黒河先生だったので。黒河先生には、太陽以外にも 45cm 屈折望遠鏡で生徒達が撮影した月画像からクレーター壁の高さの測定の指導もお世話頂いています。

このような事から、理事会で次期理事長へ選んで頂きましたが、高校教員上がりの若造ですので、今後は会員のみなさまのお知恵とお力、ご協力を頂き、本 NPO 法人花山星空ネットワークが益々発展出来ますように頑張りたいと思っております。どうか、今後ともみなさまのご支援・ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

西村昌能

最高の星空

秋田 勲 (NPO 花山星空ネットワーク)

今年は1月に皆既月食という嬉しい天文現象が起きました。城陽では前半は何とか見えたのだが、後半は雲でほとんど見えなかった。それでもぼっかり浮かんだ赤銅色の月が眺められました。

日本列島では暗い空はなくどこに行っても近くに街があり、明かりがあります。最高の星空を見たいならば、近距離に都市(街)がないこと、空気が乾燥していること、空気中のちりが少ないこと、標高の高い山の上などだが、すべての条件を満たすところは少ない。世界を旅行するたびに星を眺めているがその時の気象条件にも左右される。

南米のアンデスの山の中で見た星空は、空の暗さ、星の明るさ、美しさは忘れられない。まさに宇宙そのものである。でも南米は遠すぎるし費用が高く体力的に自信がない。

1年に一度は暗い空を見たい。贅沢かもしれないが今年も2月の新月の頃、日本で見えない星空を求めて南半球の西オーストラリアに行ってきました。

玄関口のパスは比較的日本からでも行きやすく安全で、車も日本と同じ左側通行で、レンタカーを借り、約300km北に走り、牧場の一角にあるロッジが観望地。現地は夏で日中は35度近く上がるが空気が乾燥しているのでそれほど暑く感じないし空気が新鮮に感じられ空の色は青々している。



南天の日周運動 2018年2月13日



ぎよしゃ〜りゅうこつの銀河

太陽が沈むころ空の色は鮮やかな色彩に。そして薄明が終わるころ、南の空に逆立ちしたオリオンが見え始める。日本の光景とまるっきり違うがすぐ慣れる。一人草原で寝ころび、西空のぎょしゃからオリオン、大犬、りゅうこつ、東の南十字へと銀河がつながっていて、天の南極近くに大小マゼラン星雲がぼっかりとちぎれ雲のように浮かんでいる。時々流星が視野を横切る雄大な



対日照・黄道光・銀河 2018年2月15日

姿を眺めていると宇宙に吸い込まれそうである。まず双眼鏡で色とりどりの星、イータカリーナ、大マゼランにあるタランチュラの赤い星雲。オメガ、M104などの球状星団は明るくて形がよくわかる。星空探索しているうちに、オリオンが沈むころにさそりが上ってくる。対日照が少し北寄りに見え、黄道光とともに東の銀河につながっている。夜明け前、三日月状の月が銀河の東側から上ってきた、薄明が始まったころの空の光景は実に美しい。一晩星の世界を見つめ大自然の壮大さに癒されて気持ち良く就寝。昼前に起きて遅い朝食兼昼食。

そして 60km ほど離れた国立公園のピナクルズ奇岩群へ。インド洋に沈む夕日を見たのち、奇岩の合間に見える天の川が素晴らしい。グルメも楽しみがある。ステーキに伊勢海老。一週間ほどの滞在であったが来年も健康であればぜひ訪れたい。オーストラリアはあちこちで星空ポイントやモーテルがあり気軽に楽しみ体験できるところです。皆さんもいかがですか？



ピナクルズの奇岩と天の川

世界天文コミュニケーション会議(CAP)2018 in 福岡

青木成一郎 (京都情報大学院大学/

京都大学天文台天文普及プロジェクト室)

「世界天文コミュニケーション会議 (CAP)」とは、天文学に携わる総ての人と一般社会との間のコミュニケーションに関する最近の取り組みについて、様々な意見や経験を交換する場として、2005年に設立された国際会議です。本国際会議は、国際天文学連合コミッション C2「Communicating Astronomy with Public」が主催していますが、2-3年に一度、世界各国で開催(2011年中国、2013年ポーランド、2016年コロンビアなど)されています。2018年の本国際会議は日本で「世界天文コミュニケーション会議 2018 in 福岡」との名称で開催され、筆者が口頭発表(講演)をしたので、速報を本記事で報告します。



本会議は、福岡市科学館で2018年3月24日(土)から3月28日(水)の5日間開催され、世界53カ国から445名が参加し、5件の基調講演、189件の講演、106件のポスター発表がありました。会議は、福岡市科学館館長の伊藤久徳氏、日本天文学会会長の柴田一成氏やLOC Chairの縣秀彦氏による挨拶を経て、IAU前会長・海部宣男氏による基調講演で始まりしました。2日目に東京大学カブリIPMU機構長・村山斉氏による基調講演がありました。同氏による、一部情報が失われても良いので研究者が得た知識を分かりやすい日常言語へ翻訳することがコミュニケーターにとって重要というメッセージは、同氏が世界第一線の研究者ということもあり、非常に説得力がありました。筆者はCAPへの参加は初めてですが、プラネタリウムドームでのセッション(国立天文台4D2UのMitaka等の紹介)や4日目に終日開催されたワークショップ(20件)が他の会議とは異なる特徴です。また、本会議で多く紹介されたのが、Fakeニュースとその影響に関する内容でした。マスコミによる誤解を招く報道やSNS等での間違った内容の伝播、さらにFakeニュースによる影響(若年層は主な情報取得手段がSNSのため、より影響が大きい)などです。

本会議で、筆者は5日目(最終日)に「Outreach Activity through Astronomical Walking Tour with Historical Features and Lectures about the "Millennium Trail of Astronomy in Kyoto"」というタイトルで、京都

千年天文学街道を紹介しました。講演後に質問やコメントが有りましたが、例えば、インドネシアの研究者から、「わが国にも天文関連史跡が数多くあるが、一般市民が知らない。そのため、同様のツアーをインドネシアでも行いたいと思っている。」といった今後の連携に繋がるものもありました。



筆者の講演の様子と講演後の写真（右）
（NPO 会員 茶木氏提供）

また、会議中に様々な国からの参加者と議論しましたが、京都千年天文学街道に関連したもので挙げると、中国古来の星座の星座早見盤を作成した香港からの参加者と、京都千年天文学街道「暦合戦コース」に関する議論をすることができました。

本会議での口頭発表により、世界の多くの方に京都千年天文学街道活動を知って頂けました。本活動は、運営に携わっている先生方やガイドのみならず、これまでツアーへご参加頂いた皆様や京都千年天文学街道の活動へご賛同ご寄付頂いた皆様に加え、花山星空ネットワーク会員の皆様方のご支援を頂いた上で、2011年に開始して以来約7年の間継続しています。今後ますます広く活動を展開していきたいと考えておりますので、今後ともご支援のほど、よろしくお願い致します。

なお、本会議での口頭発表は、京都情報大学院大学からの旅費補助と多大なご協力により行うことができました。紙面をお借りし、関係者の方々に厚くお礼を申し上げます。

なお、会場となった福岡市科学館は、2017年10月開館の新しい施設です。5階にはサイエンスライブショーコーナー（3箇所）や体験型でエンターテインメント性が高い展示が数多く、6階には最新のプラネタリウム（解像度8K相当）があります。会議期間中、毎日入館待ちの親子の列ができるほどの超満員で、筆者も実際に見学しましたが、子供だけでなく大人も楽しむことができる施設です。福岡市を訪れた際には、ご見学を強くお勧めします。



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



CHUO

天体観測機器・光学機器 設計/製作



豊かな想像力と確かな技術力

有限会社 **中央光学**

〒491-0827 愛知県一宮市三ツ井 8-5-1

TEL:0586-81-3517 FAX:0586-81-3518

<http://www.chuo-opt.com>



知られざる天文学者 2

ジョン・グッドリック (1764-1786) は変光星観測に優れた天文少年でした。幼い時に熱病にかかり聴覚を失ってしまいましたが、視覚と直観力は素晴らしくアルゴルの変光の原因は「食」とあるとの説を発表しました。また β Lyr や δ Cep が変光星であることも発見して 1786 年には英国王立協会会員に選出されましたが、そのわずか 4 日後に、自らが選出されたことを知ることなく 21 歳でこの世を去ったのです。

私たちの宇宙を生み出した「無」とは何か？

遠藤恵美子 (NPO 花山星空ネットワーク)

私たちの宇宙は物質はもちろん時間も空間もない、つまり「無＝空っぽ」から誕生したといわれます。そして、最新の観測・実験・理論から、その信憑性はさらに高まってきています。ただし、138 億年前の宇宙の始まりは、私たちの常識の通じないマイクロの世界です。そこにある「無」も日常感覚とはかけ離れた驚くべき様相、ひどく奇妙な性質を持つようです。

「無」とは何か？現代天文学の探求の足跡をたどりました。

1. 20 世紀初頭、現代天文学を開いた二大理論

それは、1900 年にマックス・プランクがマイクロ（分子や原子、素粒子の世界を記述するために提唱した「量子仮説」と、アルベルト・アインシュタインの新しい重力論「相対性理論」（1905 年に特殊相対性理論、1916 年に一般相対性理論を発表）でした。この二大理論と観測精度の向上が相まって、天文学は飛躍的な進展を遂げてきました。



図 1: M. プランク 1878 年
(20 歳)



図 2: 1931 年ラウエ宅晩餐会
左からネルンスト、アインシュタイン、
プランク、ミリカン、ラウエ

私たちの宇宙を生み出した「無」とは何か？

2. 1929年、ハッブルによる「宇宙膨張」の発見

この発見はアインシュタインをして「生涯最大の失敗」と言わしめた大事件でした。アインシュタインの懸念が現実のものとなったともいえます。ニュートン力学では未解決の問題（水星の歳差運動）を正確に解明した「相対性理論」でしたが、そこには宇宙は静止してはいられないとする内容が含まれていました。宇宙の不変（定常宇宙）を望む彼は窮余の策として方程式に『宇宙項』を付け加え静止状態を可能にしたのですが、ハッブルの発見がそれを打ち砕き、冒頭の発言となったのでした。（宇宙項は 21 世紀以降の観測によりダークエネルギーを表す「宇宙定数」として復活しています。）

また、「相対性理論」そのものから宇宙膨張が導ける（1922年のフリードマン方程式の発表など）として膨張宇宙論が唱えられ、定常宇宙論との間で論争が続いていました。ハッブルの発見は、この論争にも一応の決着をつけることになりました。

そして、宇宙が膨張しているならば、時間を遡れば針の先のような1点に行き着きます。宇宙誕生の謎を探る試みが始まりました。膨張宇宙論を発展させたビッグバン理論（1930年にジョルジュ



図 3: E. ハッブル



図 4: J. ガモフ

ユ・ルメートルが提案し、ジョージ・ガモフなどが支持）が登場しました。

3. 1965年、「宇宙マイクロ波背景放射」の発見

宇宙誕生のカギを握る大発見は二人の真摯な研究者、当時の米国ベル電話研究所のアーノ・ペンジアスとロバート・ウィルソンによる偶然の産物でした。二人は超高感度マイクロ波アンテナの雑音を減らす研究をしていました。ところが、どんなに調整や掃除（鳩のフンまで）をしても消えない説明のつかない電波ノイズ、天球上の全方向から、昼夜も問わず季節も問わず（1964年7月～翌年4月）一様にやってくるものがありました。それは、 $4080\text{Mc/s}(=4080\text{MHz})$ 、波長 7.35cm 、絶対温度約 3.5 度（マイナス 269.5°C ）の電波（＝電磁波）でした。

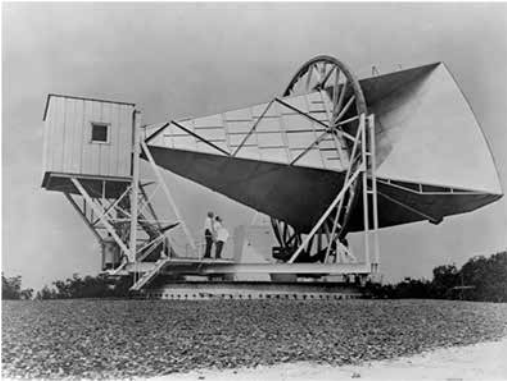


図 5: ベル研究所
ホーンアンテナ

これが後にビッグバンの名残の電磁波「宇宙マイクロ波背景放射」であることが明らかとなります。また、発見に先立つ 1940 年代にガモフたちによって提言もされていました。ガモフは宇宙は超高温・超高密度状態の火の玉から始まったとするビッグバン理論により、火の玉宇宙の超高温が宇宙空間の膨張とともに下がり、現在の宇宙にも絶対温度 5 度程度の放射（＝電磁波）として残っているはずだと予言していたのです。この発見により天文学者はビッグバン理論の正しさを確信するようになりました。

（現在では、観測衛星 COBE(1992 年)、WMAP(2003 年)やプランク(2013 年)による精密な観測から温度は絶対温度 2.725 度、160.2GHz(波長 1.9mm)であると確認されています。また、あまりにもムラのない「一様・等方性」を持つことが判明し、それは新たな謎の出発点となりました。)

4. 1928 年、「反粒子」の存在予想と検出

この年、ポール・ディラックが相対性理論を量子力学に組み込むことに初めて成功した「ディラック方程式」を提案しました。これにより、光速に近い速度で動く電子の状態を記述できるようになったのですが、ひとつ問題がありました。電子とそっくりで電荷の符号だけが反対であるような新粒子、すなわち「反粒子」が存在することになるのです。今日では大型の粒子加速器の中で毎日のように生成されていますが、当時は誰一人として、ディラック本人さえも想像だにしていませんでした。

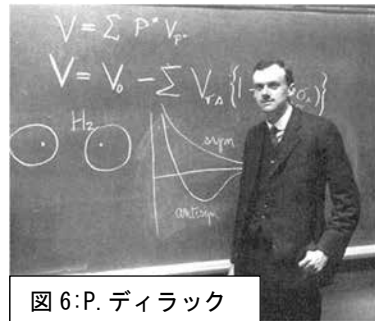


図 6: P. ディラック

私たちの宇宙を生み出した「無」とは何か？

ところが 1932 年、どう考えても説明がつかず、ディラックが自身の理論を諦めかけた時、自然が救いの手を差し伸べました。地球に降り注ぐ宇宙線を調べていた実験物理学者（カール・アンダーソン）が、電荷の符号が逆であることを除けば、電子とまったく同じ性質を持つ新粒子を発見したのです。その粒子は「陽電子（+の電荷を持つ電子）」と名付けられ、反粒子の存在が認められたのでした。ディラックの正しさが証明された時、彼は自分の理論に対する信頼が足りなかったことを認め、『私の理論は私より賢かった』と述べたそうです。余談ですが、この寡黙なイギリスの天才理論物理学者は、1933 年にノーベル物理学賞の受賞が決まった時有名になることを恐れて辞退しようとしたのですが、師であるラザフォードから「もし断ったら、受賞した場合より、もっと有名になる」と説得され、渋々賞を受けたと伝えられています。

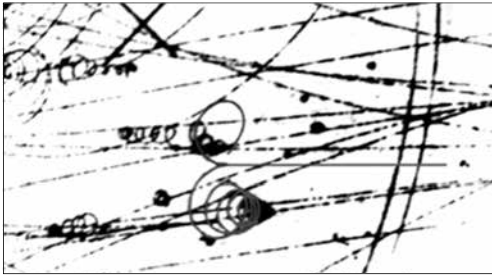


図 7: 『泡箱内の電子対生成』 青線：電子、赤線：陽電子

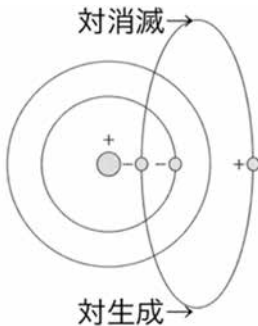


図 8: 水素原子内の仮想粒子

（『泡箱内の電子対生成』のように、粒子と反粒子は同時に生成（対生成）され、反粒子は粒子と出会うと、互いに打ち消し合い特殊なガンマ線を放出して消滅（対消滅）します。このような測定不可能なほど短時間に出現しては消滅する粒子のことを「仮想粒子」といいます。）

一方、1947 年「水素原子のエネルギー準位」の理論値と実験での測定値とのずれがウィリス・ラムにより発見されました。この問題を解決しようと、数年間多くの努力と議論がなされ、その結果得られた答えは、またもや常識では考えられない『水素原子内の何もないところから電子・陽電子ペアが現れて、すぐに互いに打ち消し合って消滅する』というものでした。ほんのわずかな時間で生滅する粒子のエネルギーを計算に入れると数値がピタリと合うというのです。反粒子の存在は事実でした。今回は「無からの出現」を認めなくてはならないようです。

そして、水素原子内で起こることは宇宙でも私たちの体内でも普通に行われている、ということになります。不思議で

すが自然はそうなっているということなのでしょう。

5. ダークマター(暗黒物質)の認識

ダークマターの存在は、早くも 1930 年代にスイスの天文学者フリッツ・ツビッキーにより銀河団中の銀河の運動から提案されました。観測される質量による重力では銀河の速度が大きすぎて、銀河団から飛び出してしまうというのです。何か見えないものが引き止めていると考えられ、それは「行方不明の質量(missing mass、ミッシングマス)」と名付けられました。その 40 年後、1970 年代にヴェラ・ルービンがアンドロメダ銀河の回転速度の観測から同じ指摘をしたのでした。銀河円盤の中心部と外縁部との回転速度が変わらないことから、回転速度を維持させる重力源(=物質)が回転の中心以外にもあるとされたのです。この機器では検出不能な物質を「未知の物質=ダークマター」と呼ぶことになりました。(私たちの太陽系の場合はス



図 9 V. ルービン

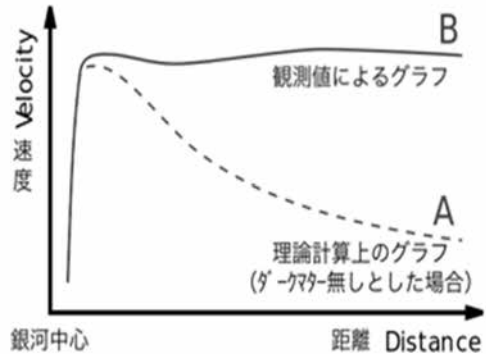


図 10: 銀河中心からの回転速度

ケールが非常に小さくダークマターの影響は無いに等しいので、重力源は中心にある太陽だけを考えればよく、外側の惑星ほど太陽からの重力が弱まり、その公転速度が遅くなります。速度グラフは図 10 の A と同じ右下がりになります。)

また、アンドロメダ銀河や銀河系が美しい渦巻きの形状を何十億年も保ってられるのも、銀河全体を球状に取り囲むダークマターの重力が押さえ込んでいるからだと考えられています。(銀河系の場合、球の直径は銀河円盤の約 10 倍、総質量は銀河系全質量の約 100 倍と推定されています。)

私たちの宇宙を生み出した「無」とは何か？

そして1979年、その存在の決定的証拠となる「重力レンズ」効果が観測されました。この現象で光を曲げる巨大なレンズはダークマターの塊が持つ大きな重力によって作られるとしか考えられないからです。

6. 1998年、「宇宙の加速的膨張」の発見とダークエネルギーの認識

ハッブルの「膨張宇宙」の発見と同様に、それまで全く予想されていなかった真実の発見でした。ソール・パールマッターとアダム・リースらにより、やはり遠方の超新星の後退速度（地球から遠ざかる速さ）の観測から導かれたものでした。

ビッグバンで誕生した宇宙が、その大爆発の勢いで膨張していくのは当然ですが、時間とともに勢いは弱まり等速になるか減速していくはずですが。常識では加速はあり得ません。真上に放り投げたリンゴはやがて落ちてきます。ところがそうはならず、さらにスピードを増してどんどん空へ上がっていくようなものです。もし、それを可能にしたら、空中で誰かがリンゴを叩き上げ続けなくてはなりません。地球の重力に逆らって上昇させるためのエネルギーを与え続ける必要があるからです。同じ様に、宇宙が加速膨張するためには、宇宙空間にある全重力（ダークマターも含む）をはねのけて宇宙空間を広げ続ける膨大なエネルギーが必要になります。

この宇宙空間に広がる未知のエネルギーはダークマターと出だしを揃えて「ダークエネルギー（暗黒エネルギー）」と命名されました。ただし、名前は似ていますが、働きは正反対です。ダークマターは質量を持つ重力源で引力を及ぼしますが、ダークエネルギーは逆の反発力を及ぼし、空間を広げるエネルギーです。

7. ダークエネルギーの性質

ダークエネルギーは宇宙の加速膨張を可能にするエネルギーです。私たちが知っているエネルギーはその圧力で空間を膨張させると、空間を押し広げるのにエネルギーを使うため減ってしまいます。ところが、ダークエネルギーは、空間を膨張させると減るところか、ドンドン増えていきます。私たちの知っているエネルギーとは逆の性質を持つものです。

想像しにくいので、こんなふうに考えてみました。数学では数直線上に0を基準として右に正の数（+）、左に負の数（-）が並びます。これと同じ様に、私たちの知るエネルギーは正の圧力を持ち、ダークエネルギーは負の圧力を持つと考えます。正の圧力で膨張させるとエネルギーは減少（-）します。（+圧力）×（膨張）→（-エネルギー）となり、（+）×（-）=（-）ですから、（膨張）はマイナス要素です。次に（-）×（-）=（+）ですから、

(-圧力) × (膨張) → (+エネルギー) となり、負の圧力で膨張させるとエネルギーは増加 (+) することになります。

宇宙が加速膨張しても、空間の膨張とともにエネルギーが増え続ければ、宇宙全体のバランス (エネルギー密度) を保つことができます。単純な例をあげると、宇宙は温度を保つことができる (冷えていかない) のです。

8. ダークエネルギーの起源と「無」、そして宇宙の誕生

ところで、ダークエネルギーはどこから供給されているのでしょうか？ダークエネルギーは真空のエネルギーともいわれます。つまり真空が生み出すエネルギーというわけです。マクロの世界では文字通り「空っぽ」ですが、ミクロの世界、量子力学の世界ではそうではないそうです。「水素原子のエネルギー準位」で明らかになったように、「何もない=空っぽ=無」といってもエネルギーは完全に 0 にはならないそうです。うまく表現できないので、参考文献の一節を引用させて頂きました。

『量子力学の法則から、非常に小さなスケールと非常に短い時間間隔では、空っぽの空間は、ふつふつと煮えたぎるスープのように、仮想粒子が生まれては消える世界であり、場の値は荒々しく揺れ動いている。この「量子ゆらぎ」はマクロの世界では観測されない。我々にはとても不自然なものに思われる。』(「宇宙が始まる前には何があったのか？」 p.151)

そして、量子力学の「不確定性原理 (関係のある 2 つの物理量 (例: 位置と運動量、時間とエネルギー) を同時に正確に決定できない)」により、粒子は非常に短い時間ならば、それに反していくらでも大きなエネルギーを持つことが可能になるそうです。そのあたりがダークエネルギーの起源かも知れません。

また、ダークエネルギーから光速を超える速さも想定できるそうです。相対性理論は光の速度よりも大きな速度で空間の中を進むことはできないとしていますが、空間そのものはその制約を受けないそうです。これにより、宇宙初期に光速を超える速さでの急激な加速膨張 (インフレーション) が起きたとすると、その名残の「宇宙マイクロ波背景放射」が僅か 10 万分の 1 の温度揺らぎしか持たないという「一様・等方性」問題が説明できるそうです。

さらに、私たちの宇宙も「量子ゆらぎ」のある「無」が出発点のようです。宇宙の加速膨張の発見により、真空のエネルギー (ダークエネルギー) が肯定され、「無」からの誕生が可能になりました。対生成で生まれ出た粒子たちが消滅せず集まって最初の何かを形作ったのでしょうか？何も無いと思われるところから、すべてが生まれ、私たちが今ここにいる。信じ難いことですが、科学が解明した真実を素直に受け止めたいと思います。

私たちの宇宙を生み出した「無」とは何か？

付記：プランク衛星の観測結果（2013年）

宇宙は138億年前に生まれ、現時点の構成は、物質や光（電磁波）4.9%、ダークマター26.8%、ダークエネルギー68.3%と発表されました。

最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらず内容を吟味してくださった嶺重慎先生に感謝申し上げます。

参考文献、講演会

「宇宙が始まる前には何があったか？」

ローレンス・クラウス著 青木薫訳 文藝春秋

「宇宙論と神」池内了著 集英社新書

「宇宙の始まりと終わり」二間瀬敏史著 ナツメ社

「無と有の物理学」Newton 別冊 ニュートンプレス

Astrophysical Journal, vol.142, p.419-421 by Penzias & Wilson

「A Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080Mc/s.」

金曜天文講話「ビッグバンと宇宙の進化」2017.7.21 嶺重慎

科学カフェ京都「真空の相転移」概要 2017.10.14 国広悌二

京大春秋講座「極限の宇宙」2017.11.4 田中貴浩

図 1,2:Max Planck-Wikipedia

図 3:File:Studio portrait photograph of Edwin Powell Hubble.JPG –
Wikimedia Commons

図 4:George Gamow(Author of One,Two,Three...Infinity)-Goodreads

図 5:宇宙マイクロ波背景放射-Wikipedia

図 6:Paul Adrien Maurice Dirac learn-math.info

図 7:対生成-Wikipedia

図 8:「宇宙が始まる前には何があったか？」L.クラウス著

図 9:BBC-Universe-Vera Rubin(pictures,video,facts & news)

図 10:銀河の回転曲線問題—Wikipedia

記紀神話に見られる星の神々 (1) ツツは星か

西村昌能 (NPO 花山星空ネットワーク)

はじめに

日本最古の正史である日本書紀が養老 4 (720) 年に書かれて、もうすぐ、1300 年になります。日本書紀の 8 年前 (和銅 5 年) には、古事記が書かれ元明天皇に献上されています。この二書を合わせて専門家は「記紀」と呼んでいます。日本書紀と古事記には全体を通していくつかの違いが見られます。出てくる神の名前、記載されている出来事、文体のどれにも違いがあるのです。日本書紀は日本六国史の最初の正式な国史で、対外的な要求から漢文・編年体で書かれ、中国の正史を意識しています[1]。中国のまねをして、まるで、中国の皇帝や官僚に読まれることを考えて書いているかのような文章です。一方、古事記は天皇家の伝承としての性格があるようです。また、変体漢文で書かれていますが、歌謡 (和歌) が掲載されていて、それらは一字一音の万葉仮名的な表記となっています。



図 1 平安時代の日本書紀写本[2]

小さな字で 2 行に分かれて書かれている分注がみえます。

さて、日本書紀と古事記との違いの原因を述べる文献はたくさんありますが、私はどちらも書かれた時代背景がその書の性格を決めていると考えています。古事記に無くて、日本書紀にあるものの一つに「一書に曰く」^{あるふみにいわく}

があります。本文とは別の物語（異説）が書かれているのです。つまり、先に本編を書き、続けて「ある本ではこう書いてある。また、別の本にはこう書いてある。・・・」とあるのです。この書き方は神代下の最後まで続きます。本編を正伝といいます。平安初期の写本断簡（図1）では「一書」はこれと区別して細い字で2行にして書かれています。これを分注といいます。分注として注釈を付けた部分もあります。「一書に曰く」もかつては分注であったとする遠藤慶太のような研究者もおられるようです。異説を引用している姿は、まるで論文のようで、ですから、私は古事記より日本書紀の方に大きな興味が湧いてしまうのです。さて、このような姿は古事記にはありません。これは、古事記が完成した時と日本書紀が完成した時の政治状況の違いを反映しているのでしょうか。つまり「一書に曰く」とは、大和政権に、官僚として豪族が入り込み、自分たちの主張を書きとどめるよう日本書紀の作成者に圧力をかけたのかもしれないし、天皇自らそれを命じたのかも知れないと考えるのです。今はやりの官僚の付度なのかもしれません。だから、「一書に曰く」では、天皇本家以外の貴重な伝承が見つかるかも知れないのです。しかし、古事記と日本書紀に違いがあるように1300年前の本でも、多くの物語は自分たち（古事記では皇室、日本書紀では、藤原家やその他の豪族）に都合の良いような文章を作っていると見て良いと思います。

さて、この論考で私は、日本書紀に書かれている星々の神を考えてみたいと思います。漢字が多く、読みづらいですが、入力もたいへんでした。しばらく我慢しておつきあいください。

星にまつわる諸問題の一つ

我々、天文屋は何でも星に結びつけたがる性質を持っています。その一つに古事記・日本書紀に見られる「筒（つつ）は星である」という説があります。古事記・日本書紀にある^{そこつつをのみこと}底筒男命・^{なかつつのをのみこと}中筒男命・^{うわつつのをのみこと}表筒男命は住吉大神、^{すみの文のみまのおおかみ}墨江之三前大神の名前です。住吉大社に祀られる住吉大神は、航海の神ですので、この三人の筒の神をオリオン座の三ツ星に当てるとい説です。「つつ」は、「ゆうつづ＝金星」であるのは枕草子にもあり有名ですから、この発想がでてきたのでしょうか。たとえば、倉野憲司（[3]の注 p30）は「筒は星（つつ）の借字で、底・中・上の三筒之男はオリオン座の中央にあるカラスキ星（参）を指し、これを目標として航海したと考えられるが、山田孝雄博士は、底・中・上つ津の男の意で、津即ち船の碇泊する所を掌る神とされている」と書いています。カラスキ星の「参」というのは星宿の一つの「参宿」のことでオリオンの三ツ星を表しています。



写真1 住吉大社

左奥から右に第一本宮（底筒男命）、第二本宮（中筒男命）、第三本宮（表筒男命）、第四本宮（神功皇后）である。住吉大社は大阪市の上町台地西端にあり、かつては瀬戸内海に面していたと思われる。本宮は西に面して建っている。日本書紀では住吉大社の立地を大津渟中倉之長峽（おおつのぬなくらのながお）とする。

また、西郷信綱[4]は、「底・中・上とあるのは。ワタツミ三神に対応するが「筒」の解釈には諸説があって定まらない。主なものをあげると、まず星のこととする説がある。この三神は次節に見えるとおり墨江（住吉）の大神のことで、航海にかんする神であるから、ツツを星と解するわけだ。「夕星」（ユフツツ）は万葉集で何度か用いられており、「和名抄」も大白星（長庚）をユウツツと訓む。ただ、星を単独にツツと呼んだ例がなく、底ツツ・中ツツ等の語構成が何とも常識外れになりすぎるのが、この説の弱みである。星をツツ（粒）といったのだろうかとする向きもあるが宵の明星ユウツツのツツはあらわれる意のタツ（タチ）で、ユフタチがユフツツに転じたのではなかろうか。『八重山語彙』に宵の明星をユウダチというのがある。」とかなり手厳しいです。西郷氏は山田孝雄氏の説によって底つ津、中つ津、上つ津説を取られています。この場合の「つ」は「の」、津は「みなと」であり、住吉神社は津と関係が深いからだといえます。また、日本書紀一書に三神を底土命、赤土命、磐土命としているのは、底筒、中筒、上筒の音転で、記紀の神名解釈の難しさには、音転があるからで、文字ではなく、音が肝心であると指摘されています。日本思想体系古事記[5]でも「・・筒＝ツツを星と解する説が有力で、三神をオリオン座の三つ星にあてるなどしている。・・」としながら結局は山田孝雄・青木紀元に従い港津の神としています。現在、オリオン座の三つ星は、天の赤道上赤緯

記紀神話に見られる星の神々 (1) ツツは星か

-1°から-3°の間に並んでいますので、この三つ星が上がってきた方向は東、沈む方向は西で、ステラナビゲーターで調べますと時代が2000年遡っても方角のずれはそれほど大きくなく、3つの星が一直線上にほぼ東の方から登り西に沈むといえそうです。

ツツは火花か

記紀に見える「筒」は底筒男命・中筒男命・表筒男命ではありません。日本書紀(一) 卷第一神代上 [6]の場面は国生みの後の部分ですが、本文では海・川・山・木・草・野・日(アマテラス)・月(ツクヨミ)・蛭見、そして素戔嗚尊すさのをのみことを生んで行くことになるのです。この本文の後に、一書が続き、その六番目の一書第六には、「磐筒男命及び磐筒女命」の名前が出てきます。ここでも「筒」が神になっています。文献[6]の補注(p341)には「磐筒男命・・・一異伝として、磐筒男と磐筒女のように男女対偶している伝承も存在したのであろう。ツツは星。色葉字類抄に「長庚ユフツ、太白同」とあり、日葡辞書に Yutcuzzu、伊京集にユウツヅ、太白星・長庚とある。島根・壱岐・筑後久留米・大分・徳島・高知で粒をツツという。古く空の星粒をツツといたのであろう(軼遇突智を斬る時に生まれた磐筒男神・磐筒女神も岩から散る火花を名付けたものと思われる。)住吉は航海の神であるから星によって名づけられたのであろう。」とあります。この「ツツ」の正体は次回に解明していきたいと思いますが、文献[3]の注(p25)ではこれは、剣を作る場面であって、この場面にてる神々はその時に出る火の粉だと言うのです。つまり、ここでは、火との関係が強くと示唆されるのです。古事記[7]では、磐筒男命は石筒之男神いはつツノをノかみとあり、注には、「・・・ツツは刀剣(つつ)の借訓という説がある。・・・」とあります。

アルタイ諸語から探るツツ

さて、日本語の“星”という語に関して考えましょう。そして「ツツ」との関係を知りたいと思います。古代では「保之」と書いて「ほし(posi)と発音していたようです。」と読みました。橋本進吉博士の研究[8]で、古代日本語の音韻には母音に甲類と乙類の区別があることがわかりました。「保」は乙類で、「之」は甲類か乙類か不明です。星の「保」は光のひ(甲類)ではなく、炎のほ(乙類)であり、星は火石とも書かれるので火や炎と関係あるといえます。

ちなみに日本語で語尾に「し」が付く言葉、例えば、「石・虫・星・足・葦」等はもとより古層語と言え、発祥の古い言葉らしいようです[9]。

後に、橋本博士の弟子の有坂秀世や池上禎造によって、古代日本語に母音調和があったことがわかりました。「母音調和とは、一語の中に現れる母音の組み合わせに一定の制限が生じる現象のこと。アルタイ諸語（満州語などのツングース諸語、モンゴル語などのモンゴル諸語、トルコ語などのテュルク諸語）、フィンランド語・ハンガリー語などのフィン・ウゴル諸語を含む「ウラル語族」のほか、アフリカやアメリカの言語にも見られる。」とあります[10]。つまり、日本語はアルタイ語に近いという事です。ただし、服部四郎は「アルタイ諸言語の構造は日本語に驚くほど似ているが詳しくみるとなかなか違った点もある。[11]」としています。

そこでアルタイ諸民族の「炎」と「火」からツツを調べて見たいと思います。田中克彦によるとアルタイ諸民族の習俗に火に関して共通部分はいくつもあるようですが、テュルク、モンゴル、ツングースの諸語間に火の語彙の共通形を求める事はほとんど不可能であるということです[12]ので、それぞれ、言語ごとにみていきましょう。

モンゴル語のもっとも一般的な火は“gal”ですが、炎は“dole(oにはウムラウトあり)”という語があり、ヤクート語の“tolon(oには両方ともウムラウトあり)」、ツングース語 tog(o)、tov(o)、満州語 tuva につながる可能性があるらしいといえます。テュルク語の“ot”はかなりおもしろい語です。モンゴル語で末子のはかまどの火の相続者から“otgon(文語で odogon)」、というようですが、この“ot”はトルコ語の火と思われれます。この ot はロシア語の“очаг”にも関係しているかのようです。

田中克彦によるとアルタイ諸民族の故郷は樹木の少ないところですから、火をおこすのに火打道具を使うということです。火打道具(図2)には、火打金、火打石、ほくちが3点セットなのですが、火打金は馬一頭買えるだけの値打ちがあると言います。テュルク語では火打石を otlyk(tas,das)、ot(t)yk といい、火を表す ot を含んでいます。一方、モンゴル語では、火打ち金を xet (ヘテ)、火打ち石を caxiur (ツァヒョール)、ほくち uul (オーラ) といい、ヤクート語では火打金 xatata、火打ち石 cokuur といい。モンゴル語の火打石である caxiur は稲妻、電気を表す語根 caxi-を含んでいます。モンゴル語での火打石にはぴかぴか光るものとの関係が考えられますが、アルタイ諸語では、火や炎をあらわすのに t を含む語を用いるようです。

このような田中氏の説を読むとモンゴル語の星 oda、od (中期モンゴル語 hodun、中世蒙古語 hodun、原始蒙古語*podun、podum[13]、[14]) などと ot の関係が忍ばれます。また、ot と tu はともに火と関係が深いようです。ですから、podum・od と ot・tu が火打石でおこす「火」との関係が深いのでないかと考えられます。つまり、pii や fii のような音は火をおこす

記紀神話に見られる星の神々 (1) ツツは星か

ときの口の形から (フーフー火種に息を吹きかける音)、ot や tu は火打ち石でカチカチする音からその語が発生したと思えます。



1. 博多築港線2次 (福岡市、以下、2～5 同)、2. 博多35次、3. 博多3次、4. 博多71次、5. 博多6次、6～8. 筑後国府第89次 (久留米市)、9. 大島 (川内市)、10. 雨窪 (菊田町)、11～13. 宮ノ東 (西都市)

第3図 九州最古の火打金と火打石 (藤木 2011a より)

図2 九州最古の火打金と火打石 [15]

材料には石英・チャートが多い。

合わせるようになったといわれています。ともあれ、記紀の時代には、日本でも火打石を利用する発火法が利用されていたのです。

こう考えると「イザナミの生んだ火神カグツチをイザナギが斬る時に生まれた磐筒男神・磐筒女神も、岩からでる火花を名付けたものと思われる。」というツツは岩を石や金属でたたくときに出る火花を表すという考えに結びついてきます。

そういえば、アイヌ語のぴかぴか光るも t-t-系の語であることが思い出されます。たとえば、萱野茂[17]では以下のことばが見つかります。

トム (tom) (キラッと) 光る、照る、輝く。

トムテ (tom-te) 光らす。

トムトム (tom tom) ぴかぴか光る。

トンナタラ (ton-natara) 輝く、光っている。

トンピ (tompi) 光

また、オホーツク北岸からシベリア深部を経てスカンジナビア半島東部まで「火」は”t”で表す言葉が広がっています。

Tog, togo, tuu, to, tova, tugr, tuz, tsii がそれです[18]が、いずれにしても、T-Tが火や炎に関係する言葉である事は間違いないように思えます。

引用文献

- [1]遠藤慶太「六国史—日本書紀に始まる古代の「正史」」2016 年中公新書
- [2]https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Nihonshoki_tanaka_version.jpg
- [3]倉野憲司校注「古事記」2001 年 第 65 刷 岩波文庫
- [4]西郷信綱「古事記注釈第一巻」p289 2005 年 ちくま学芸文庫
- [5]青木和夫、石母田 正、小林芳規、佐伯有清「古事記」日本思想体系 1 p326 第 1 刷 1982 年 岩波書店
- [6]坂本太郎・家永三郎・井上貞光・大野晋校注「日本書紀（一）」巻第一かみよのかみのまき神代上 p40～p42 1994 年 岩波文庫
- [7]青木和夫、石母田 正、小林芳規、佐伯有清「古事記」日本思想体系 1 p31 1982 年 岩波書店
- [8]橋本進吉「古代国語の音韻に就いて 他二編」1980 年 岩波文庫
- [9]木村紀子「原始日本語のおもかげ」p43 2009 年 平凡社新書
- [10]<https://ja.wikipedia.org/wiki/母音調和>
- [11]服部四郎「日本語の系統」p393 1999 年 岩波文庫
- [12]田中克彦「火に関する語源」日本古代文化の探求 火 大林太良編 p 271 昭和 49 年 社会思想社
- [13] R.A.ミラー著 西田龍雄監訳「日本語とアルタイ諸語 日本語の系統を探る」p167 1981 年大修館書店、
- [14]西村昌能&TenkyoML☆形チーム「星と☆形—The Symbol of Stars- 第 3 章」天文教育第 15 卷 1 号 p39-53 天文教育普及研究会 2003 年 1 月
- [15]藤木聡「発掘された火起こしの歴史と文化」
<https://www.lib.pref.miyazaki.lg.jp/ct/other000003000/fujikisatoshi3.pdf>
- [16]西郷信綱「古事記注釈第六巻」p72 2006 年 ちくま学芸文庫
- [17]萱野茂「萱野 茂のアイヌ語辞典増補版」2002 年三省堂
- [18]鈴木秀夫「北極圏の歴史」月刊言語 vol16, No.10, p26 1987 年 大修館

太陽に招かれて 70 年

小池田洋子 (NPO 花山星空ネットワーク)

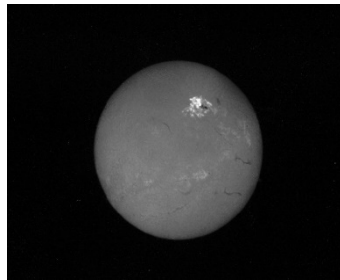
私が初めて望遠鏡で太陽を見たのは 1948 年の 5 月 9 日でした。部分日食の後、白い紙に投影された太陽面に黒点があることを知り、その日から簡単なスケッチを始めました。そして黒点の移動から太陽が自転していることを知り、黒点の形の変化、数の増減、に興味を持ち始め、黒点の増減が地球に及ぼすいろいろな現象を知りました。

その後、スケッチから写真観測、さらにフィルターを使用して望遠鏡の白色光では見えない美しいプロミネンスのことを知り、アメリカへ $H\alpha$ のフィルターを注文しました。

8 センチの屈折望遠鏡にそのフィルターを付けプロミネンスの観測を始め、次にプロミネンスが太陽面で黒く形を変えるダークフィラメントの写真も撮り始め、太陽面で起きる爆発フレアの観測にたどりつきました。



1989 年 10 月 27 日 プロミネンス



1991 年 06 月 11 日 フレア

8 センチ屈折 デイスターフィルタ 自宅屋上

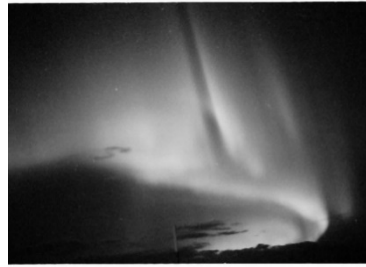
黒点を取り巻くダークフラメント、そしてフレアと観測していましたが、コロナがあることを知って、皆既日食の時にしか見ることのできないコロナを見たいと、最初の皆既日食観望に 1973 年アフリカモーリタニアや沖に出かけました。

コロナは見られたのですが、誰かが耳元でささやきました。「本当のコロナはこんなものではないよ、もっときれいだよ」その日のコロナはサハラ砂漠から流れてきた砂嵐のためコロナの流線はグレイでした。

そして、コロナの形も太陽活動で毎回形も違うと知り、コロナを求めての 28 回に及ぶ行脚が始まりました。



皆既食 2012 年 11 月 11 日
南太平洋ニュージーランド沖船上



オーロラ 1999 年 3 月
アラスカ フェアバンクス

一方、太陽活動は地磁気にも大きく影響があり、アマチュア無線を始めていたとき、太陽黒点が多いと電離層に大きく影響し、世界中に電波が飛び思わぬところと交信することが出来ました。また、オーロラとの関係も知り、アラスカのフェアバンクスやカナダのイエローナイフへ出かけました。

さらに、太陽活動期と静穏期の電波伝搬の違い、オーロラの変化の違いと私を惹き付けていきました。

太陽の黒点観測に始まり、プロミネンス、ダークフィラメント、フレア、コロナ、ダイヤモンドリング、オーロラと観測の楽しみが広がっていきました。そしてコロナも太陽活動によって形も美しさも全く違い次の皆既日食への思いが募っていきました。2035 年 9 月 2 日まで夢をつなぎたいと思っています。

現在住んでいる所は 3 階で、窓から京都との県境の山々が見え、比叡山に沈む太陽や月が見えます。

太陽観測はできませんが、ネットなど見る事が出来ますので毎日太陽の変化を見えています。

超大質量星はどのような最期を迎えるのか？

～第2章 宇宙最初の星の大爆発～

永田駿介 (NPO 花山星空ネットワーク)

あすとろん38号p36では40太陽質量を超える大質量星の最期について議論しました。現在の宇宙ではこれ以上重い星を作ることは困難ですが、宇宙形成初期の環境では1000太陽質量を超える巨大な星が形成されていた可能性があります。質量の大きさが現在の宇宙の星たちと比べて桁違いですのでそれらの星が最後に爆発する際のメカニズムも今まで議論してきたものでは説明できません。今回は宇宙最初の星の最期について議論していきたいと思います。

1. 星はどうやって自らを支えているのか？

本題に入る前に星の力学的平衡状態について説明します。星というのはガスが重力によって集まったものです。重力は中心に向かって働きますが重力に対抗する力が無いと星は潰れてしまいます。その為逆向きに重力と同じくらいの圧力が存在しており両者が釣り合うことで星はできています。この状態を恒星物理学では静水圧平衡状態と呼び、 P を星の圧力、 r を半径、 M_r を半径 r 以内に含まれる質量、 G を万有引力定数としたとき以下の式で表されます。

$$\frac{\partial P}{\partial M_r} \propto -\frac{GM_r}{4\pi r^4} \quad (1.1)$$

このことから星は自己重力系と呼ばれています。当たり前ですが重力の方が強かったら星はつぶれてしまいますし、圧力が強かったら恒星を構成しているガス粒子はバラバラに飛び散ってしまいます。後者の現象は恒星風と呼ばれています。重力と圧力の釣り合う限界光度は σ_τ をトムソン散乱断面積、 m_H を水素原子の質量としたとき、以下の式で求められます。

$$L_{Edd} = \frac{4\pi cGMm_H}{\sigma_\tau} \quad (1.2)$$

この光度 L_{Edd} はエディントン光度 (Eddington luminosity) と呼ばれています。これを超えると強い恒星風が発生します。また放射圧は、温度の4乗に

比例して増加するため高温の星（大質量星）程、放射圧の寄与が大きくなります。では中小質量星では恒星風が全く出て居ないかというところではありません。表面でガスの圧力や放射圧、磁気的な圧力などが高くなることによって一部のガスが恒星風として放出される事があります。私たちにとって最も身近な恒星である太陽も例外でなく、質量的には放射圧の寄与は少ない分類に入りますが太陽風という質量放出現象が観測されています。

2. 放射によるエネルギー輸送

単位面積あたりを通過するエネルギーは $I_\nu(\theta)$ を角度 θ 方向へ進む振動数 ν の光の強度としたとき線積分を用いて以下の式で表されます。

$$F_\nu = \oint_{4\pi} I_\nu(\theta) \cos\theta d\Omega \quad (2.1)$$

光の強度 (I_ν) が等方ならエネルギーは流れませんが、実際には温度勾配（2点間での温度の変化量）が存在するため内側から外側へ向けての I_ν が若干つくなります。つまりエネルギーの流れは内側から外側へ向けて発生し、非等方向性は、星の表面近く程大きくなります。放射輸送の式は以下の式で表されます。

$$\frac{dI_\nu}{ds} = -(k_\nu + \sigma_\nu)\rho I_\nu + \rho n_\nu \quad (2.2)$$

ここでの k_ν σ_ν n_ν はそれぞれ単位面積当たりの吸収係数、散乱係数、発光係数を表しています。つまり光の強度の変化はガス粒子の吸収、散乱、発光によって引き起こされています。

半径 r の球面を単位時間あたりに放射するエネルギー $L_{\text{rad}(r)}$ は以下の式で表されます。

$$L_{\text{rad}(r)} = 4\pi r^2 \int_0^\infty F_\nu d\nu = -4\pi r^2 \frac{4ac}{3\kappa\rho} T^3 \frac{dT}{dr} \quad (2.3)$$

大質量星程、光度が高い為放射圧が強くなります。これに加えて重元素が多いとさらに不透明度が大きくなるので輻射により恒星風が駆動されやすくなります。（ L_{Edd} が下がる）

超大質量星はどのような最期を迎えるのか？

現在の宇宙は宇宙の化学進化により重元素が豊富にあり放射圧もそれなりに効いているため、仮に数百太陽質量を超える超大質量星が形成されたとしても大部分が恒星風として失われてしまい、最終的には数十太陽質量になると考えられています。つまり現在の重元素が豊富に存在する宇宙ではせいぜい数十太陽質量の星しか存在できないということになります。

3. 宇宙最初の星はどのような星だったか？

宇宙最初の星は宇宙形成直後に作られました。宇宙形成直後と現在の宇宙とは元素組成が違います。重い元素というのは主に星自身の核融合反応や、s-processやr-processといった中性子捕獲によって生成しますが宇宙初期では核融合してくれる星もなければ、中性子捕獲ができる環境もありません。ビッグバン元素合成で作られた水素分子とヘリウム、極々少量のリチウムと言った軽い元素しか存在しませんでした。つまり、その当時に形成された星は重元素が含まれていない為、2項で述べた通り、放射圧の影響を受けにくいと考えられます。また重元素は現在の宇宙だとダストとして星間物質 (Interstellar medium : ISM) に取り込まれていますが宇宙形成後の星間物質には重元素はありません。通常の星形成では周りに十分なガスがあっても無限に降着するわけではなく中心で核融合反応が起こると星からの放射圧の影響を受け、質量降着もその時点でストップします。しかし宇宙形成後の星は先程から述べている通り、放射圧の影響を受けにくい為質量降着を現在の星のように食い止めることができずどんどん大きくなっていきます。

また、質量降着率そのものにも現在の星と大きな違いがあったと考えられます。宇宙形成後の星は現在の同質量の星と比べ高温で高密度でした。つまり半径が小さいということです。ビリアル定理より重力エネルギー (E_g) は以下の式の通り定義されます。

$$E_g = - \int_0^M \frac{GM}{r} dM_r \approx -q \frac{GM^2}{R} \quad (3.1)$$

ではなぜ、宇宙形成後の星は現在の同質量の星と比べ半径が小さいのでしょうか？これも重元素の違いがキーワードになります。ご承知の通り星は核融合によってエネルギーを得ています。核融合に必要な条件は“温度”です。元素ごとに核融合が始まる燃焼温度というものが存在し一般に重い元素になるにつれ燃焼温度は高くなります。星が形成されてから中心温度が 10^7K にまで達すると水素の核融合反応がはじまります。水素燃焼過

程は主にPPチェーンとCNOサイクルの2種類が存在し、前者は2つの水素原子が重水素となり更にそれが水素原子核と融合することによりヘリウムが生成されるというもので(図1参照)水素原子核が核融合を起こせる環境であればどのような星でも起こります。後者は水素原子核が炭素、窒素、酸素に捕獲され4つの水素原子核から1つのヘリウム原子核が生成される(図2参照)というものでその星に元々炭素、酸素、酸素の原子核が存在することが必要条件です。

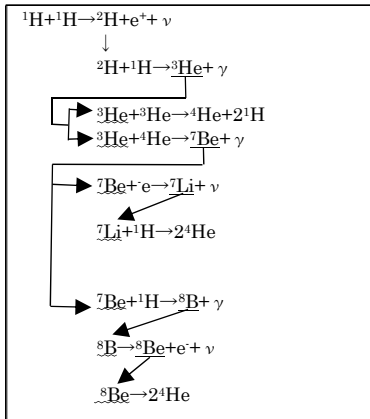


図1 PPチェーンにより水素(${}^1\text{H}$)からヘリウム ${}^4\text{He}$ が生成される様子

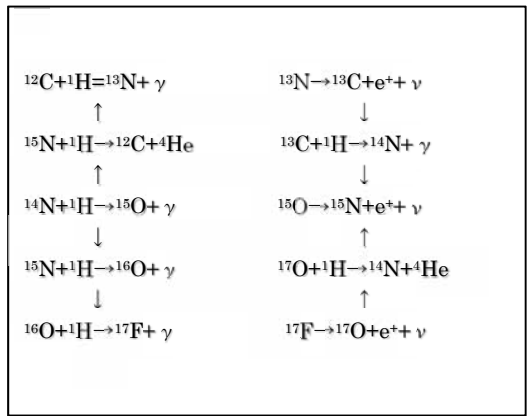
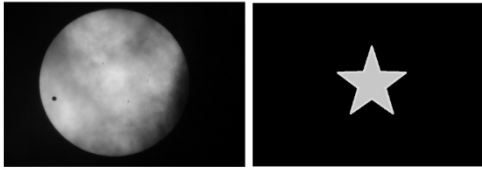


図2 CNOサイクルで水素が炭素、窒素、酸素に捕獲されヘリウムが生成される様子。

宇宙形成後の星はいうまでもなくCNOサイクルの媒体となる炭素、窒素、酸素の原子核が存在しないので水素燃焼の核融合過程はPPチェーンのみになります。PPチェーンは温度が低いと効率が悪い為、星は半径を小さくして中心部を圧縮する(密度を高くする)ことで中心を高温にし、核融合を促進していたと考えられています。

以上の事柄より、推測される宇宙形成後の星は100太陽質量~1000太陽質量にまでなる現代の宇宙では考えられない超巨大質量星であったと推測されます。

超大質量星はどのような最期を迎えるのか？



◆太陽

組成 X=73% Y=25% Z=2%
質量 1太陽質量 (1.99×10^{30} kg)
半径 1太陽半径 (6.96×10^8 m)
表面温度 5780K
寿命 100億年
光度 1太陽光度 (3.85×10^{25} W)

◆宇宙形成後の星

組成 X=75% Y=25% Z=0%
質量 100~1000太陽質量
半径 4~14太陽半径
表面温度 100000~110000K
寿命 300万年
光度 1000000~3000000太陽光度

※組成のXは水素、Yはヘリウム、Zは重元素を表す。
※質量、半径、光度の太陽○○というのはそれぞれ太陽の何倍という意味である。

図3 宇宙形成後の星と太陽との比較。

4. 超巨大質量星の最期

3項で宇宙形成後の星は100太陽質量を超える巨大質量星であったと述べましたがそのような星の1項で述べた重力に対抗する力はガス圧ではなく放射圧 (=光子・ γ 線) です。太陽のような小中質量星は主にガス圧で支えられていますがこのクラスの巨大質量星を同じようにガス圧で支えるのは不可能です。その為ガス圧に代わって放射圧が星を支えています。

星が進化していき、酸素の核融合を行っている段階になると中心温度は 10^9 Kを超える高温になります。電磁波のエネルギーのピークはウィーンの変位則を用いて以下のように定義されます。

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T} \quad (4.1)$$

ここでのbは比例定数で $b=2.897 \times 10^{-3}$ [K・m] です。つまり、温度が高いほどピークの波長は短くなります。光エネルギーは以下の式で定義されます。

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad (4.2)$$

つまり、波長が短いほど光エネルギーは大きくなります。結果、星の中心温度が高くなれば高くなる程生成される γ 線は高いエネルギーを持っているといえます。そのような高エネルギー γ 線は物質に衝突すると陽電子と電

子がペアで生成される**対生成 (Pair production)** という現象を起こします。光子と物質との相互作用はエネルギー状態により光電効果やトムソン散乱、コンプトン散乱、対生成、などがありますが、このような高エネルギー γ 線では対生成が重要になります。

対生成がおこるといふ事は、星を支えている光子の数そのものが減少するといふ事なので放射圧が圧力として働かなくなります。重力に対抗する圧力を失ったコアは中心に向かって潰れていきコアは高温、高圧、高密度になります。するとまだ核融合が終わっていない酸素が一気に核融合を起こし膨大な熱エネルギーが発生します。この熱エネルギーが圧力源となりコアの収縮を止め、星全体が膨張し大爆発を起こします。この爆発現象を**電子陽電子対不安定型超新星 (pair-instability supernova)** と呼び140太陽質量を超える超巨大質量星の爆発を説明するモデルとして提唱されています。通常の大質量星を起源とする超新星では爆発後の残骸として中性子星やブラックホールが残りますがこの爆発では爆発後の残骸は何も残りません。また、その爆発エネルギーは親星の初期質量に依存しており初期質量が150太陽質量で典型的な超新星爆発のエネルギーである 10^{51}erg の5倍、250太陽質量で80倍にもなると言われています。

では宇宙形成後の星はすべてこのような最期を迎えるかというところではありません。電子陽電子対不安定型超新星を起こすのは140~300太陽質量の星だと考えられています。300太陽質量を超える超巨大質量星はこの酸素の爆発的要素合成ではコアの収縮を止めることができない為そのままコアは潰れ静かにブラックホールになると考えられています。ただそのできるブラックホールは桁違いで通常の大質量星でできるブラックホールは重くても130太陽質量ですがこのブラックホールは数百太陽質量にもなると考えられます。この質量は通常の大質量星からできるブラックホールとキューサー、活動銀河核の、銀河中心にある 10^6 太陽質量を超える大質量ブラックホールの中間的質量スケールであることから中間質量ブラックホールとも呼ばれています。

【謝辞】

本稿を執筆するにあたり右も左もわからない私にご丁寧なご指導を賜り、ご多忙の中、本稿の添削も快諾していただきました前田啓一先生（京都大学宇宙物理学教室）に心から感謝いたします。

【参考文献】

- 野本憲一編(2007) 「元素はいかに作られたか—超新星爆発と宇宙の化学進化」岩波書店
- 野本憲一編(2009) 「恒星 (シリーズ現代の天文学)」日本評論社
- 福江 純 著(2009) 「エポックⅢ：宇宙の再電離～暗黒時代の終わり&天体時代の始まり～ (後編)」天文教育2009年3月号

大阪城と ISS

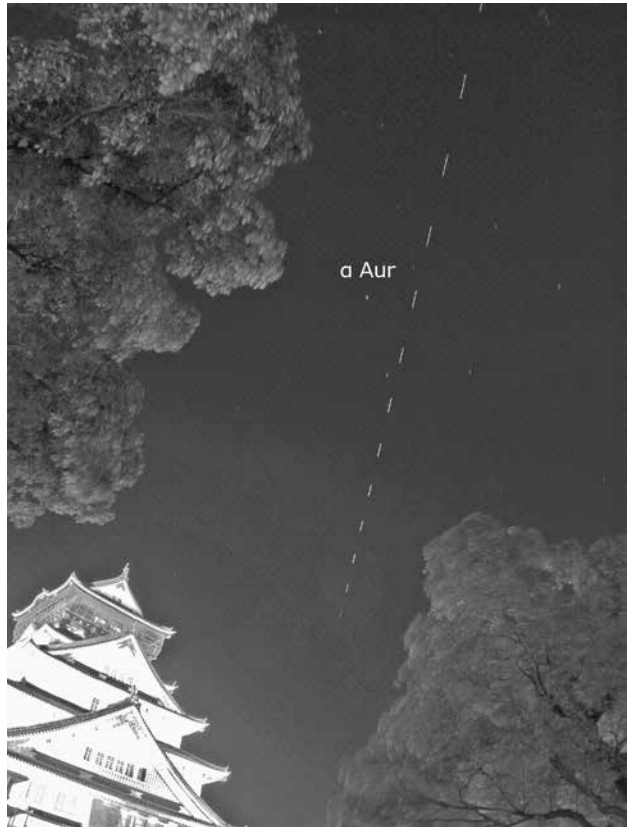
中川均 (NPO 花山星空ネットワーク)

凄く寒い日の夕方の大阪城公園でしたが、誰にも気づかれず静かに ISS が真上を通過して影に入っていました。

(撮影データ)

平成 30 年 1 月 25 日
18:29~18:31

ペンタックス Q7
5mmF2.8 (28mm 相当)
露出 2 秒を 5 秒間隔
絞り F3.5
ISO125、シリウスコ
ンプで 14 枚比較明合
成、画質調整・トリ
ミング



火星をうまく見るために

安達 誠 (NPO 花山星空ネットワーク)

いよいよ火星大接近の年がやってきました。私は昨年(2017年)の 10 月 31 日から今シーズンの火星観測を開始しました。それ以後、晴れそうな日は 4 時 45 分に起きて、観測できるように心がけています。と言っても、まだ仕事(再任用フルタイム)があるので、毎日とはいきません。多分、元気で観測できる最後の大接近かと思うので、いつもよりもリキが入っています。

さて、火星ですが、望遠鏡で見るとなると相手は結構曲者です。望遠鏡で見ても模様が見えないという声をよく聞きます。そこで、観望するときを知っておいた方がよいことを紹介しようと思います。大接近を観望しようとする方は、次の点に注意してご準備ください。

1 模様が見えない経度があります

まずは意外な模様の話。有名なシルチスが正面に来ていれば幸せですが、アマゾンが正面に来ていると、今までに火星をほとんど見たことのない方には模様は見えません。火星には模様の見えやすい場所と見えにくい場所があるのです。西経 120°が正面の位置になると、観望はかなり苦しいでしょう。かといって、いつ見えるのかを知る方法は簡単には難しいでしょう。近づくと、ネットで探し出すこともできると思いますが、観望会の時間に模様の見えにくい日を参考につけておきました。

火星の模様の見えにくい日(観望会の 20 時 30 分の値)

6 月 28 日(西経 137°)ごろ～7 月 05 日(西経 74°)ごろ 視直径約 22 秒
 8 月 07 日(西経 140°)ごろ～8 月 15 日(西経 69°)ごろ 視直径約 23 秒
 9 月 16 日(西経 137°)ごろ～9 月 23 日(西経 70°)ごろ 視直径約 17 秒

2 望遠鏡の種類と光軸

アクロマートレンズの場合、木星だと周囲に色収差の紫色が著しく出ますが、火星は赤いので気にならず、十分見られます。口径 8 cm 程度のアクロマートの長焦点は、かなりよく見えます。火星観察には一般的に長焦点の屈折がおすすめです。

反射系は、短焦点は倍率が上がりず厳しいです。(下記)ニュートン式の反射やシュミカセは光軸点検をしてください。恒星を見て、星が点像になら

ないものはきれいに見えません。光軸をご自身で調整できる人は、事前に調整をしましょう。

3 望遠鏡と倍率

あらかじめ、安価で光学的性能が悪いものは、ここでは論外とさせていただきます。最近では取り回しがいいように、焦点距離の短いものが主流ですが、惑星には向きません。火星の模様を見ようということならできれば 150 倍は安心してかけられないと、いくら大接近だといっても小さくて難しいからです。最接近前後に一度だけ見るのではないでしょうから、これ以上の倍率がほしいです。かなりの短焦点のアイピースを用意する必要があります。

難物なのは、火星の表面輝度が高いこと。倍率が低いと淡い模様は明るさのためにとんでしまって見えません。火星の表面は満月程度の輝度があるため、集光力（口径）によって適度な明るさの倍率に上げてやる必要があるのです。

長焦点の望遠鏡は惑星観測には最適なのですが、ご自分の望遠鏡でどの程度倍率を上げられるか事前にチェックしましょう。火星より早く木星が上がってきますから、チェックしておくことをおすすめします。木星の衛星がきちんと円盤像に見えれば大丈夫です。

4 望遠鏡周辺気流に注意

観望会の時など、時として駐車場の横で行うことがあります。これでは見るのは厳しいです。メラメラやぼけぼけの火星観望となります。要注意物はエンジンの熱風・アスファルトの熱気・エアコンなどの室外機からの熱風・風呂のボイラーの熱風・ビルの屋上などによくあるクーリングタワーからの熱風・ドームの中だと人間の呼気など、観望や観測をするところの周囲の状況をよく考え、避けられるものはできる限り避けてください。

最適な屋外は、西に植え込みがあって、いち早く日光の当たらなくなる所を選びます。さもないと、ホットプレートの上で観望会をおこなうという、とんでもない状況が生まれます。ビルの屋上だと、西壁の上は最悪です。太陽の熱を受けていた壁を伝って熱気が上がってきます。地上高が高くて、室外機が近くにない所がいいでしょう。高層マンションからは、夏場に風向きによってエアコンの悪気流がエアーカーテンのように前方をふさぎます。場所選びが重要です。

以上、早めにみなさんにお知らせしたほうが良いことをまとめてみました。惑星を普段見られていない方は、ぜひ参考にしてください。

アメリカ皆既日食と大自然満喫の旅

茶木恵子 (NPO 花山星空ネットワーク)

今回の日食は、アクセスも手配も楽なアメリカで、天気を見ながらレンタカーで移動すれば、何とでもなると思いましたが、ホテルは皆既帯内にあるに越した事はないので、天気の良いさうなアイダホの皆既帯内を中心に2年以上前から、押さえ始めました。個人手配の個人ツアーなのですが、周囲に声がけしたところ、30名を超え(最終的には26名でしたが)『どこが個人ツアーなの!?!』と、言いたくなるような大所帯でした。参加者の旅程も弾丸から16日までバラバラで、お世話係りとしてはとても気を遣いました。私自身は、例によって往復、航空会社のマイレージでしたが、無料チケットなので全く取れず、サンフランシスコでの乗り換えに9時間も待つ航空券となってしまいました。ただ、お陰で友人の伯母様の案内で、サンフランシスコを楽しく観光する事ができました。(笑)

また、人数が多ければそれだけトラブルも増え、毎日がトラブルとの闘いでした。空調故障の蒸し風呂飛行機に缶詰になったり、うっかり隣のホテルに一泊する人が居たり(爆)、日程を間違える人が居たり、スーツケースが道中で2度も壊(さ)れる人が居たり(空港での扱いがひどく、一度目の後、丸ごと新品に無償交換してもらったのに、その新品が次の空港で、また割れて、また交換!)、あげればキリがありませんが、いずれも、楽しい思い出に思えるのは、日食が大成功だったからかもしれません。



♪快晴の観測(観望)地。地平線まで見渡せるその眺めは雄大。

観測候補地は5箇所に絞り、4箇所については、使用許可も取り、観測地隣接に仲間の機材置きや前夜セッティング用として、民泊も予約しましたが、日食半年前ぐらいから、民泊は全て一方的にキャンセルされてしま

アメリカ皆既日食と大自然満喫の旅

いました。こちらもホテルが確保できているので、宿には困りませんでした。がつくづく当てにならないと思いました。そして、残りの一箇所は現地に着いてから、直談判しに行ったのですが、ここが最高の歓待モードで、他とも比べた結果、ここに決める事となりました。

その場所は、アイダホ州のテレトンにある、マッドレイク空港という、小さな飛行場で、皆既帯の中心線から数百m、ほぼ中心線区域と言える地点にありました。オーナーの方から、キャンプ泊しても良いし、滑走路以外ならどこでも好きな所に駐車して、観測して良いと言われました。車を横付けして日食観測ができるとは、贅沢な話です。今回、機材はビデオカメラだけで、お気楽観望に徹したのですが、こんな事なら、もっと持参すれば良かったと思いました。

さて、日食当日、心配していた渋滞は皆無で、ハイウェイはがらがらでした。時に前後数キロ、一台も車が見えない状態で、「日食って今日だよね??まさか間違えてないよね!」と不安になったほどです(^;)。そして早々に、現地に着いたわけですが、この広～い場所を私達が独占状態で、ワイワイがやがやの好きな私としては、ちと寂しい思いでした。そのうち、飛行機が何台もやって来て、よく見ると、皆、自家用飛行機ではありませんか。さすが、広大なアメリカ。自家用飛行機やヘリコプターを持っている人達が多く、天気予報を見ながら、皆さん、この場所に決めたようです。とは言え、空港のスカスカ状態に変わりはなく、



ヘリから見た観測地周辺
野生のアンテロープ(鹿の一種)
が走り回る原野



皆既1時間前

40分前

20分前

12分前

体感的には部分食中はやや暗くなる程度にしか感じませんが、カメラの設定を一定にすると、こんなに暗くなっている事がわかります。

(カメラ GR-Digital-IV、28mm(35mm換算)、絞り 4.5、ISO100、露出 1/1000s
撮影: 寺田 隆氏、マッドレイク空港にて)

とてもどかな朝でした。遅めの朝食を取っていると、このオーナーの方が「ヘリコプターで周辺を案内してあげるよ」と言ってくださいました。(ラッキー！)

現地は標高 1500m に位置していますが、上空から見ると、広大な畑と大草原に囲まれていて、地平線までさえぎる物のない、いかにも、アメリカらしい雄大な景色が広がっていました。

ヘリツアーを終え、皆のもとに戻るともう第一接触が近づいていました。天気は、第一接触から第四接触まで、雲一つない快晴で、最高の日食日和でした。部分食は、ピンホール遊びをしたり、仲間の望遠鏡を覗いて、大きな黒点群が月にぐんぐん喰われてて行くのを楽しみました。

そして、太陽が細く小さな弧を残すのみとなった頃、地平線の彼方から、月の影である大きな暗闇がやって来るのが見えました。

キタキタ来たー！！
第二接触の瞬間に太陽を見ると、小さな光が月に吸い込まれて行きました。辺りは一気に暗くなり、ぐるり地平線が夕焼け色に染まりました。これを見る為に、見晴らしの良いこの場所を選んだと言っても過言ではありません。空には白いヴェールをまとった黒い太陽が浮かび、星々も見えました。

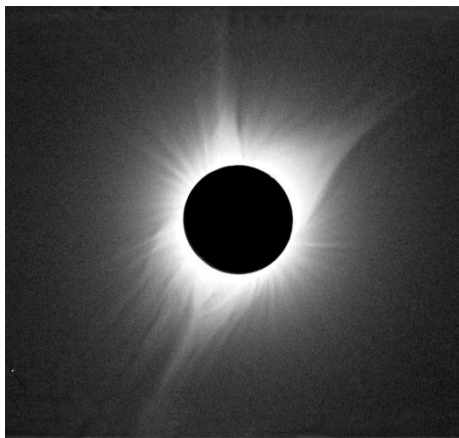
極小期で期待していなかったコロナが意外に明るく、双眼鏡で見ると、流線構造がわかり、見飽きませんでした。大きなアーチ状のプロミネンスが太陽(月)の淵から顔を



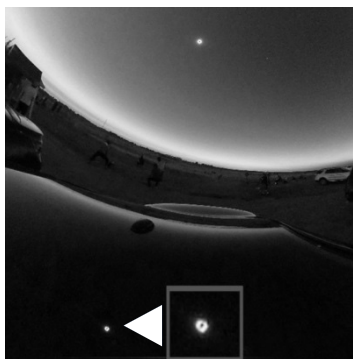
↑ピンホール画像。上が欠けた太陽では下が欠けており、食の過程や倒立像な事がよくわかり、好評でした。



↑ぐるり、夕焼け色の地平線
360度カメラの皆既天空画像



ビデオ動画のスクリーンショット。露出の異なる4枚の画像のコンポジット



車の屋根に映る可愛いコロナ

出していました。皆既時間の 2 分 17 秒は、あっという間に終わり、美しいダイヤモンドリングに、大歓声と嘆息とが一緒になりました。東側に月の影が逃げて行くのが見えました。感動で号泣が止まらない人達も居ました。これにもらい泣き？ する人達もいました。

第三接触のあと、欠け終わるまで観測を続ける人もおり、ゆっくりと片付けをしながら余韻に浸っていると、オーナーさんが「昼食を食べにおいでえ」と呼びに来てくださいました。観察場所はもちろん無料でお借りしているのに、ヘリコプターに乗せてくださったり、昼食までご

馳走になり、至せり尽くせりで、感謝でいっぱいでした。第四接触後、解散となり、混雑するハイウェイを横目に、脇道をスイスイとホテルまで帰りました。（もっとも、観光地に向かう時は、大渋滞にハマってしまいました。）

なお、アイダホフォールズのホテルでの日食観望を希望した人達もおり、こういう事もあるかと、庭直結の一階の部屋も確保しておきました。彼等も快晴の空で、快適に観望できて、全員が満足万歳でした。

日食後はアメリカの大自然を中心に、レンタカーで観光をしました。今回の日食旅で訪れた所はざっと 30 箇所、走行距離は約 5 千キロにもなり、本当に充実した毎日でした。天文・宇宙系の場所としては、まず、アリゾナ州にあるバリンジャー メテオクレーター（大隕石孔）があります。約 5 万年前に、直径 20-30m の隕石が時速 4 万 km で落下（衝突）してできたものとの事で、クレーターの直径は 1.2-1.5km。その衝突はマグニチュード 5.5 以上の地震を引き起こし、衝突地点ではあらゆる物質が融解・気化。半径 10km 以内の全ての物質を焦がし、半径 14km-22km の全てを何も無い荒野に

変え、また、その衝撃波は、時速 2,000km、半径 40km 近くまで広がったと考えられているとの事。(Wikipedia より) いやあ、すさまじいですね。



↑バリンジャー メテオ・クレーター



↑パーシバル ローウェル天文台の門柱

また、同じく、アリゾナ州にあるローウェル天文台も立ち寄ってみました。門柱に惑星の記号が記されていて、下から水金地・・・となり、一番上が冥王星です。さすが！冥王星が発見された天文台ですね。Lowell を偲び、敬意を表する意味でも、冥王星が格下げ(?)された今も、門柱はこのままなのが良いと思いました。ちなみに、記号はParcival Lowellの頭文字PLが組み合わされたものです。

さて、今回の日食観察地をアイダホ東部にした理由の一つは、世界遺産第一号のイエローストーンに行きやすいという点でした。イエローストーンはアイダホ・ワイオミング・モンタナの3州にまたがる、広大な国立公園です。広さは大阪府の 4.7 倍以上。間欠泉、温泉、大滝、カルデラ湖、大峡谷、石灰華段、柱状節理、分水嶺、等々、奇観・景勝の宝庫で、世界初の国立公園とも言われています。

野生動物も多く、バイソンなどは沢山居て、大きなバイソンが、私の車を擦るように、歩いて行きました。頭に落ち葉などつけていて、意外に可愛かったです。(。)



↑石灰華段



↑野生のバイソン(バッファロー)が車にすりすりして行きました。



↑ イエローストーンのグランド・プリズマティック・スプリング

イエローストーンで最も有名な景色は上の温泉(?)ではないでしょうか? 直径が 90m あり、一般の観光では脇の歩道にしか行かないので、全体像が見えないのですが、丘に登ると、眼下にこの何とも毒々しい色の熱水泉が見えてきます。黄色は硫黄かと思っていましたが、特殊



↑ モーニング・グローリー・熱水泉

なバクテリアだそうです。

他にも沢山の温泉や湧水があり、色も鮮やかな青・緑・黄色・赤・茶・黒・白・・・とバラエティーに富んでいます。

左の写真は石筍ではなく、沸騰泉の噴出口に石灰成分が沈殿し(下の写真参考)、更に積み積もって、2500 年かけて上に伸び、遂に噴出口をふさいでしまったという噴泉塔で高さ 10m 以上もあります。



噴出口の周囲に石灰分が積もって行く。成長すると塔ようになる事もあるが 10m にもなるのは希との事



↑ 80 分毎 間欠泉

その他にも、沢山の景勝地を訪ね、各地の絶景を堪能しました。その一部を次の頁で、ご紹介しましょう。ほか、アメリカの大自然を満喫しました～。



↑ ザイオンキャニオン
落ちて来そうな岩



↑ ナバホブリッジ高さ 143m
から、断崖の川岸 柵なし



↑ グランドキャニオン北リム
どれも柵なし。皆さん命知らず
↓ ホースシューベンド 300m 高



↑ アンテロープキャニオン
水流によって削られた自然の造形美
摩訶不思議な神秘的な空間

↓ プライスキャニオン

標高 2700m から眺める壮大な光景
赤、白、橙の柱状の奇岩が林立する
絶景が 30km も続く



↑ ブレインロック 脳みそのような岩



↑ モニュメント バレー

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/>

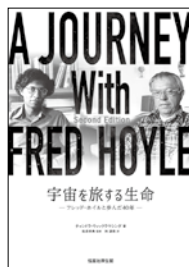
宇宙を旅する生命

—フレッド・ホイルと歩んだ40年—

チャンドラ・ウィックラマシング 著、松井孝典 監修、所 源亮 訳

A5判 / 288頁 / 定価(本体2,500円+税)

現代のパンスペルミア説の代表的論客であるフレッド・ホイルとの、生命の起源にせまる共同研究の軌跡をたどる。宇宙生物学の進展に寄与した二人の研究者の物語。



〒160-0008 東京都新宿区三栄町 8

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 大阪府淀川区西中島 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>

国内最大級完全軟式 インフレーターテント

【用途】

小型航空機、飛行船、特殊車両等、
分解が困難な大型の屋外実験装置等の格納、
屋外イベントの会場やシンボル、
災害時の避難施設 他

ご要望に応じて設計・製造いたします

〒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/>

AES 株式会社 エイ・イー・エス



事務局からのお知らせ

今年の冬は非常に寒く、梅の開花は昨年に比べて一ヵ月も遅い3月初旬でしたが、春分を過ぎた頃から一週間連続で日本列島を覆った記録的な帯状高気圧につられて、桜は昨年より10日も早く咲き始めました。この陽気のお蔭で、第71回花山天体観望会「太陽」も穏やかな晴天に恵まれて、参加者の皆さんに太陽紅炎や分光スペクトルをゆっくりと楽しんで頂きました。

さていよいよ新緑も日に日に濃くなる天体観測シーズンとなりまして、今年も折々の自然の変化と共に、天体観望会や飛騨天文台ツアーなどを大いに楽しんで頂きたいと思っています。主なイベント予定は以下のようになっていますので、皆様方の積極的なご参加をお願い致します。

4月28日(土) 第72回花山天体観望会:「月」(月齢12.4)

5月26日(土) 第73回花山天体観望会:「木星とガリレオ衛星」

6月10日(日) 第11回通常総会、第21回講演会

講師に吉田道利さん(国立天文台ハワイ観測所所長)と川中宣太さん(京大白眉准教授)を予定しています。

7月21日(土) 第74回花山天体観望会:「木星と月」

8月4日(土)～6日(月) 第11回子ども飛騨天文台天体観測教室

8月18日(土) 第75回花山天体観望会:「火星と土星」

9月24日(月:祝日) 第76回花山天体観望会:「名月と名曲」

10月6日(土)～8日(月・祝) 第9回飛騨天文台自然再発見ツアー

編集後記

6月の総会に先立ってこの度理事長交代が行われたのでおふたりのご挨拶を冒頭に載せました。あすとろんには会員の皆様の活動も含め、最新天文ニュース、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・イラストなどを掲載していきますので、投稿のほどをよろしくお願ひします。また掲載された記事へのご意見などをお寄せくださるようお願ひします。

次号の原稿締め切り日は6月15日で、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ひします。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

満月の大きさ比べ



NPO法人花山星空ネットワークへの入会方法

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い。

電子メール：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

2018年3月31日発行

定価：360円