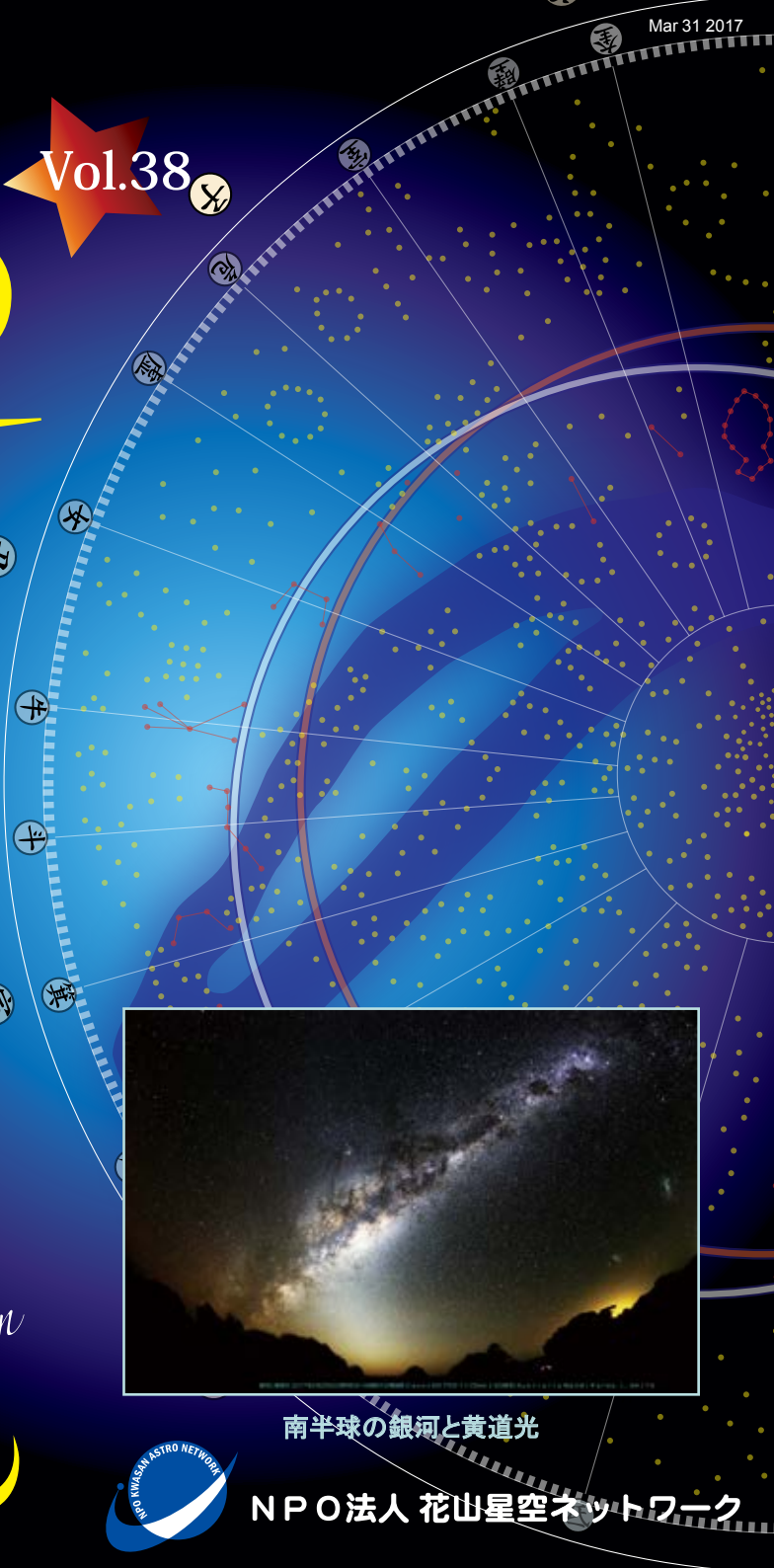


会報

Vol.38

astron

ástron



南半球の銀河と黄道光



NPO法人 花山星空ネットワーク

あすとろん 第38号 目次

小笠原諸島でみられたグリーン・フラッシュ	西村 昌能	1
<ガリレオの月> なぜ彼は月を観たのか? その7	遠藤恵美子	4
2017年金環日食の観測	仲谷 善一	17
第64回花山天体観望会「星雲と名曲」に出演して	小副川 豊 他	21
宮本正太郎先生を偲んで	佐藤 健	25
星空川柳	高尾 和人	27
花山天文台の歴史と未来: 太陽フレアとスーパーフレア	柴田 一成	28
鎌倉地蔵物語	作花 一志 坂田 肇	41
新年の空	米津栄次郎	43
超大質量星はどのような最期を迎えるのか? ~第1章 宇宙最大規模の爆発現象~	永田 駿介	36
南天の星	秋田 勲	50
お知らせ	事務局	

表紙画像 南半球の銀河と黄道光
秋田 勲氏撮像 2月22日 オーストラリア パース郊外

裏表紙画像 早咲きのオカメ桜
辻井輝幸氏撮影 3月20日 左京区長徳寺にて

小笠原諸島でみられたグリーン・フラッシュ

西村昌能 (NPO 花山星空ネットワーク)

はじめに

空好きな人が一度は見てみたいものに皆既日食・オーロラ・流星雨そしてグリーン・フラッシュがあります。

私もグリーン・フラッシュを見てみたいと思い、小笠原諸島父島旅行の最中に日の出、日の入りの時に太陽の写真撮影を試みることにしました。



図1 おがさわら丸の航路[1] だったのでした。

チャンスは航路上での日没と日の出、そして父島での日没と日の出でした。

小笠原諸島へ渡るには小笠原海運が運用する「おがさわら丸」に乗船するしかありません。24時間ちょうどの船旅です。

行きは竹芝桟橋を11時出港で、9月下旬から10月上旬では鳥島あたりの北緯30度(⇒印の緯線)くらいで夜明けになり、帰りは父島を15時出港で同じく北緯30度で夜明けになるのです。

今回の船旅は9月27日に竹芝を就航10月2日に同じく竹芝に帰港というものでした。

最初にグリーン・フラッシュに遭遇したのは船で一夜を過ごしたあと2016年9月28日5時24分、夜明けの時でした。2016年は7月にも小笠原旅行をしていて同船したカメラマンの中でグリーン・フラッシュを撮影できたとささやいていたのを

覚えていて次回は撮影を試みようと思っていたのでした。

図2は、そのときの画像です。マイクロフォーサーズのカメラに150mm望遠で撮って、その部分を拡大したものです。昇る太陽の左側がかすかに青くなっています。連写して撮りましたが、どのコマにも同じ様に端が青

小笠原諸島でみられたグリーン・フラッシュ

く写っていました。何か、色づいた太陽が写っていてこれはいけると思い、晴れた朝夕にチャレンジを続けたのです。

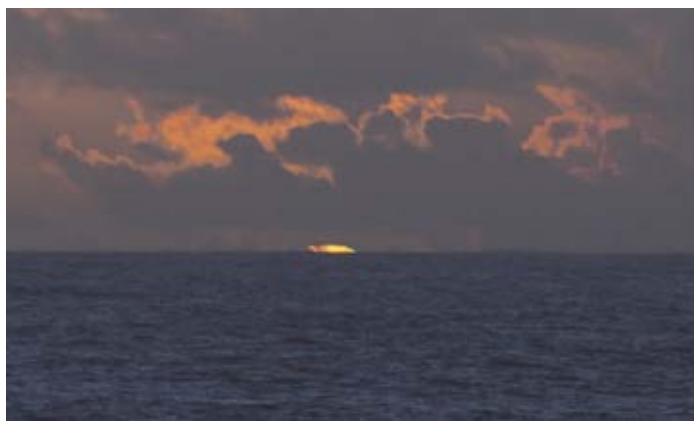


図2 2016年9月28日5時24分



図3 2016年9月29日17時18分

図3は父島の南西のかなり標高の高い岬（有名な三日月山展望台つまりウェザーステーションの直ぐ近くにある）から撮影したものです。9月29日17時18分でした。今度ははっきり見えました。三日月山展望台からは

10 月 8 日の日没時にもグリーン・フラッシュが観察されたとのことでした。



図 4 2016 年 10 月 2 日 5 時 32 分

図 4 は帰路の 10 月 2 日 5 時 32 分に撮影したものです。ビデオで撮影していたのでピントが甘くなっていますが、まさしくグリーン・フラッシュです。

グリーン・フラッシュの原理

グリーン・フラッシュは大気差で生じると考えられています。つまり、波長ごとの空気の屈折率が違い、屈折率の大きい短波長の光（青色）が太陽の上端に見え、その上に大気差が加わるということです。そして、見るのはたいへん珍しいともいわれていますが、私は、この旅行で条件のそろったときはすべてグリーン・フラッシュが観察できました。

寒い時期、信州の山に沈む太陽や惑星でグリーン・フラッシュが見えたことが報告されています。京都では城陽市から西山に沈む太陽にグリーン・フラッシュが城陽高校の天文部の生徒さんたちが観察したと報告しています。蜃気楼の出現するときのような水面・地表に大きな温度差のあるときにより観察されるのだらうと考えられます。

私が見たグリーン・フラッシュは緑色というより青い色でした。感じとしては、遠くから見た LED の交通信号の青色、そのような色合いでした。なぜ、このように見えたのでしょうか。

文献

[1]<http://pdclub.co.jp/ogasawara/>

〈ガリレオの月〉 なぜ彼は月を観たのか？その7

遠藤恵美子 (NPO 花山星空ネットワーク)

第8章 ガリレオとケプラー

近代天文学の基礎を築いたのは、二人の天才、ガリレオとケプラーでした。ガリレオは1564年、イタリアのピサで生まれました。ケプラーは7年後の1571年にドイツのヴァイル・デア・シュタットで生まれています。



図7-2:40歳のケプラー



図7-1:60歳のガリレオ

16世紀後半のヨーロッパは中世末期、ルネサンスの後期で歴史の大きなうねりの中にありました。十字軍の遠征、大航海時代を経て、“新しい力学”や正確な“天体運行表”が必要とされていました。

この時期に、ガリレオは望遠鏡による実際の観測で、ケプラーはティコの遺したデータ解析による理論で、宇宙の真実に迫りました。シリーズの最終章として、二人の共通点と相違点を考察し、私のガリレオ像のまとめにしたいと思います。

[1] 少年期の牧師志望

奇妙な符合に思えるのですが、0番目の共通点として、経済的困難が挙げられます。二人はともに家運の傾いた旧家の出身で、年少期から不安定な家庭状況を肌で感じながら成長します。家柄にふさわしい英才教育などとは無縁の境遇でした。しかも、この経済問題は生涯を通して二人を悩まし続けました。

ガリレオは12歳のころ、経済的余裕はないが教育熱心な父親により、費用をかけず大学入学準備の教育が受けられる修道院へ預けられます。一方、ケプラーは、生まれ故郷の、当時としては特異な教育環境—有能な人材の発掘・育成のための奨学金付き教育制度—のおかげで勉学の道が開けます。初等学校で能力を見出され、重労働の畑仕事から解放されて神学校へと進んでいきます。ガリレオはカトリック、ケプラーはプロテスタントとその

属する宗派は違っていました、ともに宗教に強い関心を持ち（ガリレオは見習僧にまでなったそうです）、将来は牧師になることを望んでいました。二人ともそれは叶いませんでしたが、一生揺らぐことのない深い信仰を持ち続けました。

[2] ともに数学教授就任

ガリレオが17歳の時に、父親は彼を安定した高収入が得られる医者にしようとしてピサ大学医学部に入学させます。医学部の授業に身が入らない時期に転機が訪れます。オステリオ・リッチの数学の講義に出会い、たちまち魅了されてしまったのです。彼から数学を学び、その才能が開化します。医学は放棄し大学も中退しますが、2本の論文『小天秤』および『固体の重心の求め方』を発表し、それが認められ、25歳でピサ大学数学講師、28歳でパドヴァ大学数学正教授に就任しました。

ケプラーの場合は、18歳でテュービンゲン大学に入学し、その学芸科卒業後は志望通り神学科に進みました。ところが23歳の時、思いもしない事態が起こります。遠方ながら親交のあったグラーツ大学から数学と天文学の教授の推薦依頼が舞い込んだのです。グラーツは西南西へ600kmも離れたオーストリア南部の都市です。テュービンゲン大学評議会はケプラーを適任者として推薦したのです。自分は神学者になる、と決めていた彼は断わろうとします。が、再び神学の道に復帰できることを条件として、ためらいながらもこの申し出を受け入れました。承諾の主な理由は、経済的に独立できるという考えと、生まれつきの冒険好きという性格にあったようです。新任教授の肩書きは「州数学官」というものでした。

（注）当時の数学教授は、「ユークリッド幾何学」とプトレマイオスの「天文学」を教えました。

[3] 数学者としての共通点と方向性の違い

ガリレオとケプラーは、共に20代半ばで数学教授となり経済的にも自立した生活を送れるようになりました。



図7-3: ガリレオとケプラーのゆかりの地



株式会社 西村製作所

代表取締役 西村 光史

〒601-8115

京都市南区上鳥羽尻切町 10 番地

TEL 075-691-9589

FAX 075-672-1338

<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>

SOCRATES

1年の運用寿命を大きく超え2年3ヶ月の
運用実績を積み、計画された全ての
ミッションを完了しました



株式会社エイ・イー・エスは、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/>

ガリレオは、リッチから学んだアルキメデス主義の実践的数学に従い、自然をありのまま観察し、実験で検証し、それを数学を用いて法則化することに専念します。実際、パドヴァ大学での17年間の探究で、その約30年後（1638年）に出版される近代物理学の礎『新科学対話』の根幹部分は既にでき上がっていたと言われています。

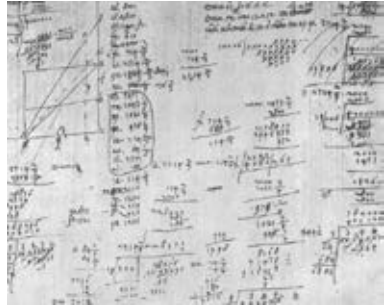


図7-4: パドヴァ期の研究ノート

それに対して思いがけず数学教授となったケプラーは、神学に戻れることを切望しつつその任を果たしていました。そのような就任1年後に、彼の人生を決定付ける着想にとらえられます。それは、講義で黒板に1つの幾何図形（図7-5）を描いていた時、突然襲ってきました。“世界（＝宇宙）の構造はある幾何学的な秩序にしたがって成立する”というものでした。彼は歓喜します。自分の生業となった数学で神に奉仕できる！数学で神が創造した世界の真実を現すことができる、と。彼はもはや神学に戻ることはなく宇宙の解明に邁進します。そして、この突飛な着想から、彼の革命的な発見、惑星の楕円軌道に代表される“ケプラーの三法則”が生まれたのでした。



図 7-5

このように数学者としての二人の共通点は、自然の法則を数式で一般化しようとしたことでした。一方、相違点はその対象です。ケプラーは一生“宇宙の秩序”について考えていましたが、ガリレオはそうではありません。彼の目標は、古代ギリシアで生まれ約1800年間西洋世界の‘真理’として君臨した思弁的アリストテレス運動論を打ち破り、現実にもとづいた“新しい運動法則”を発見することでした。（アリストテレスの運動論と天体論は深く結びついていました）

[4]天文学者としてのガリレオとケプラーの足跡

天文学の著作を先に発表したのはケプラーでした。彼は講義中に閃いた着想から、試行錯誤を繰り返し、気が遠くなるほど計算をやり直して、1596年に『宇宙の神秘』を出版します。彼はコペルニクスの太陽中心説（地動説）の方が天動説より合理的だ

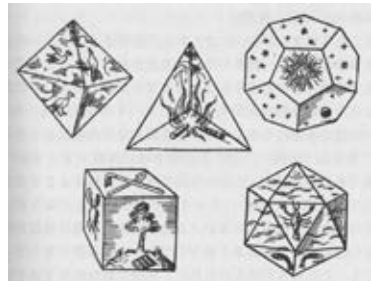


図 7-6: 5個の正多面体

〈ガリレオの月〉 なぜ彼は月を観たのか？その7

と考えました。太陽が中心にあり地球も1つの惑星ということになるので、惑星の数は6個になります(当時は土星までしか知られていませんでした)。そして、正多面体の数は5個です。この数の関係を宇宙の構造に当てはめたのです。各惑星が運行する6個の球と5個の正多面体が互いに内接と外接の関係になるとし、各惑星間の距離から、図7-7のように、水星—正8面体—金星—正20面体—地球—正12面体—火星—正4面体—木星—立方体—土星と配置したのでした。現代では惑星は8個とされていますから、全く成り立たない論理なのですが、太陽を中心として各惑星間の関係を幾何学的図形で説明したことで、宇宙の構成には規則性(何らかの法則)があるということを示したのでした。

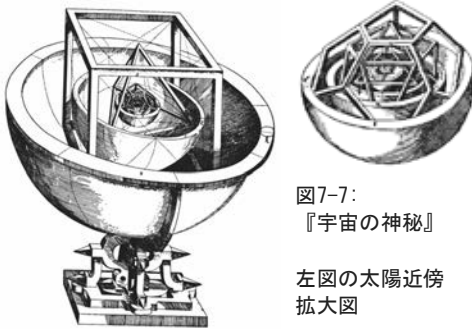


図7-7:
『宇宙の神秘』

左図の太陽近傍
拡大図

出版後、25歳の若いケプラーは内容の評価を求めて多くの著名人に意気揚々と『宇宙の神秘』を贈呈します。その中に、当時の天文学の第1人者で神聖ローマ帝国の帝国数学官の要職にあったティコ・ブラーエも含まれていました。上流貴族で堂々とした50歳の実力者が、一読して、この無名で自分の半分しか生き

ていない若輩者の才能を見抜きます。ティコは彼の命である膨大な観測記録を解析できるのはケプラー以外にはないと確信し、1600年、ケプラーを帝国の都ブラハへ招き共同研究を開始します。ところが、その翌年、何の前触れもなく頑健だったティコが急死します。混迷はしましたがケプラーはティコの後継者として帝国数学官に任命され、託された観測記録の研究を再開します。8年間の悪戦苦闘の末、ついに火星軌道の解明を成し遂げ、1609年『新天文学』を出版しました。著作の骨子は“惑星の楕円軌道の法則(ケプラーの第1法則)”と“面積速度一定の法則(第2法則)”でした。



図7-8: ティコ・ブラーエ

同じ1609年、ガリレオは“望遠鏡”と出会い、その改良に没頭します。翌10年3月、前年末から開始した望遠鏡での観測結果を天文学史上不朽の名著『星界の報告』として刊行したのでした。当時の常識を覆す月や天の河の実相、だれ一人予想だにできなかった木星の四惑星の発見など、宇宙の真の

姿が写実的で豊かな挿絵と軽妙な文章で語られていました。小冊子は分かりやすく読みやすく、内容の高度な専門性にもかかわらず、ヨーロッパ全域で大評判となり、広く人々に受け入れられました。

しかし、ガリレオの宇宙への関心はこの時に始まったわけではありません。実は、10余年前に二人の交わした文通の記録があります。1596年、ガリレオもケプラーの第1作『宇宙の神秘』の贈呈先の一人でした。その返信の中で、ガリレオは謝意とともにコペルニクス地動説を支持していること、また“地動説によってのみ説明される自然現象”を見出していると述べ、ただし、今それを公表するのは時期尚早だと躊躇している心情も書いていました。それを受けて、ケプラーから“勇気を出して古い因襲に立ち向かいましょう”という手紙が届きますが、その後は全く応えず、文通も途絶え、ガリレオは宇宙論については沈黙してしまいました。望遠鏡という“強力な武器”を手に入れ、自分の眼で



図7-9:『星界の報告』月面図

地動説の正しさを確信したガリレオは、時来たりと言わんばかりに支持表明後10余年の沈黙を打ち破り、宇宙論を展開したのでした。

この『星界の報告』について、ケプラーはガリレオから書評を依頼されます。10年以上文通は途絶えたままでしたが、彼は直ちにその依頼に応え、小論文『星界の報告との対話』を書き上げ、4月中に送ります。内容の真偽が疑問視される中で、帝国数学官という権威ある地位にあったケプラーの称賛はガリレオの発見を真実とする最強の後ろ盾になりました。

ところで、ガリレオもその前年に刊行された『新天文学』に関して、ケプラーから書評を求められていました。が、返事すら出していません。望遠鏡の改良に熱中していたとはいえ、天文学の分岐点となる著作に対して何も言及しないというのは不可解な反応です。しかも、その態度は生涯変わらないものでした。

ガリレオは『星界の報告』の大成功により、早くも同年9月、トスカナ大公付き主任数学官及び哲学者に任命され、故郷フィレンツェへと凱旋します。ガリレオは望遠鏡観測を続け、太陽黒点、金星の満ち欠け、土星の奇



図7-10:1612年の土星のスケッチ

妙な形（それが土星の環だったのですが、望遠鏡の倍率不足で識別できませんでした）など、次々

〈ガリレオの月〉 なぜ彼は月を観たのか？その7

と宇宙の真相を発見していきました。

しかし、1614年頃から、輝かしい成果を発表し続けるガリレオに宗教裁判の影が忍び寄ってきます。1616年にはローマの異端審問所からコペルニクスの考えを棄てるように警告されます（第1次裁判）。それ以降、ガリレオはその警告に触れないよう慎重に表現方法や文言を選び、1632年、念願の『天文対話』を出版します。その反響は大変なもので、を再びローマに



7-11: 『天文対話』宇宙図
木星の4衛星が書かれている

召喚します。宗教裁判の結果、翌33年、『天文対話』は禁書とされ、ガリレオに異端の疑いで有罪判決が下されました（第2次裁判）。ガリレオは失意の中、フィレンツェへ戻り、アルチェトリの自宅で幽閉生活を送ることになります。判決により、コペルニクス地動説を口にするのはもちろん、心に抱くコイタリアのみならず、西ヨーロッパ全域に熱烈な称賛と、同時に激的な反感とを巻き起こしました。ローマ教皇庁は危機感を強め、70歳のガリレオとさえ禁止され、ガリレオの天文学者としての道は閉ざされてしまいました。

ケプラーにも歴史の渦に巻き込まれ苦難の日々がやってきます。新旧キリスト教の対立が激化する中、1612年に彼の擁護者、神聖ローマ皇帝ルドルフ2世が亡くなり、ケプラーはプラハを追われ南へ250km下ったリンツへ移住します。帝国数学官と名乗ることは許されましたが、生計はリンツ州立学校の数学教授としての収入に頼ることになりました。宗教対立は泥沼化し、1618年、ついにドイツ・オーストリア全土を疲弊し尽くす30年戦争（1648年終結）に突入します。その不安定な状況下で、1619年『世界の調和（ケプラーの第3法則）』を出版します。さらに、ティコから委託された『ルドルフ表（天体運行表）』を1625年に完成させ、その出版費用をほぼ自分で工面しつつ1627



図7-12: 『ルドルフ表』
口絵、台座左に『表』
の設計者ケプラーの姿
が描かれている



年に刊行しました。世に出すまでに2年もかかったのは1626年にリンツが攻撃され、印刷所も破壊され、戦渦を逃れて280km西のウルムへ移り、やっと印刷を完成できたからでした。実際のところ、14年を過ごしたリンツを出てからのケプラーは定住地を持ちませんでした。そして、1630年11月、『ルドルフ表』増刷の資金調達のための旅の途中、高熱を発し、身を寄せた知人宅で家族に看取られることもなく15日に息を引き取ります。1年後の『ルドルフ表』への大喝采も2年後のガリレオの『天文対話』も見ることなく、ケプラーの命は尽きてしまいました。

(注)

・ケプラーの法則

第1法則（楕円軌道の法則）

惑星は、太陽をひとつの焦点とする楕円軌道上を動く。

第2法則（面積速度一定の法則）

惑星と太陽とを結ぶ線分が単位時間に描く面積は、一定である。

第3法則（調和の法則）

惑星の公転周期の2乗は、軌道の長半径の3乗に比例する。

・ルドルフ表（天体運行表）

出版後100年にわたり天空のカatalogとして活用された。収録された1000個もの星のデータは極めて信憑性の高いもので、4年後の1631年11月7日に史上初の水星の太陽面通過がケプラーの予想通りに観測された。これを機に劇的に評価が高まり、地動説の認知のために多大な貢献をした。

[5]ガリレオの晩年

宗教裁判による断罪で、世界論（宇宙論）と関わることは禁止されましたが、別の角度から考えると、これがガリレオを彼本来の目的、本来の道筋、つまり、アリストテレス運動論を打破し“新しい運動法則”を構築することに集中させる転機になったとも言えます。高齢に加えて重なる体調不全に見舞われますが、強靱な精神力は健在で、ピサ時代からの60年に渡る研究の成果をまとめあげます。『天文対話』執筆時から準備していたといわれますが、アルテトリ幽閉直後から取りかかったということには驚かされます。1635年半ばに原稿は一応完成し、1638年『新科学対話』は出版されました。その内容は近代物理学を切り開くもので、“自由落下法則”“慣性の法則”“放物線運動の法則”を含んでいます。その後も、体力が衰え失明しながらも活発な頭脳から湧き出す論理や法則を弟子に口述筆記させ、1642年1月8日、弟子たちの科学上の論争を興味深く聴く中で78年間の生涯を静かに閉じたということです。（口述筆記された内容は『新科学対話』の続

編として、ガリレオの死後出版されました。)

[6] 宇宙論に対する二人の視点

ガリレオとケプラーがともにコペルニクス地動説の立場をとり、太陽が宇宙の中心にあり、地球も惑星であると考えたことは間違いありません。

しかし、二人の宇宙観にはその共通項よりも、隔たりの方が大きかったようです。

まず、キリスト教徒である二人の“神の天地創造”についての思いです。『宇宙の神秘』でケプラーが神の幾何学的な（静止状態の）設計図を考えたのに対し、ガリレオは物理学的な（動的）創造行為を念頭においていました。

『天文対話』第1日にあるように、ガリレオのシナリオはプラトンの宇宙創成説をもとにして‘神は全惑星を一つの地点から宇宙の中へと投げ落とし、最初は直線に沿って加速運動させ、各惑星がそれぞれの決められた速度に達すると直線運動を円運動に曲げ、一つずつ太陽を回る永遠の円軌道に乗せた’というものでした。

また、ケプラーが宇宙における普遍的な秩序を求めたのに対し、ガリレオは宇宙論から地上での運動に応用できる理論について考えていました。この相違が二人の代表作『新天文学』と『天文対話』にはっきり現れています。

ケプラーは宇宙を、そのあるがままの姿を正確に説明しようと、ティコの38年におよぶ精確で膨大な観測記録から出発します。彼は天才的な数学の能力と非凡な創意工夫で火星軌道と8年間格闘し、ついに煩わしい従円や周転円を消し去り、唯一の「完璧な」楕円に置き換えることに成功します。他の惑星の観測値も楕円でピッタリと納まりました。ケプラーは全ての惑星

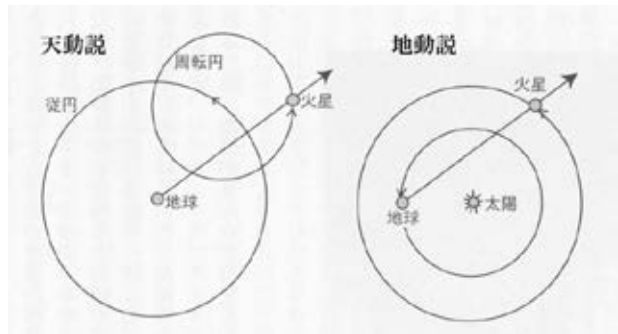


図7-13: 従円と周転円

に共通して成り立つ法則、すなわち普遍的な秩序を発見したのでした。それを著したのが『新天文学』です。

(注) 従円と周転円

天動説では、地球を中心として回転する従円とその円周上に中心を持つ周転円を考え、周転円上を惑星が回転するとした。これにより、

惑星の動きは地動説と同じように見える。(図は火星を例にしたもの)

一方、ガリレオは彼の地上で得た力学研究の成果を宇宙に投影させる方法をとります。従って、天文学者の観測データは必要ではなかったのです。例えば、地動説の最大の疑問点、地球の自転や公転を私たちが全く気づかない理由を次のように説明します。

問「地球が自転しているなら、高い塔から落とした石は真下に落ちるはずはない。地球が回転した分だけ離れた所に落ちるはずではないか。」
 答「石が塔の上で静止しているとき、その石は塔と同じく、自転する地球と同じ速度で動いている。落とされた場合にも、その速度を保持している。それゆえ、落下している間も1cmたりと塔から離れることはない。公転の場合は、太陽を回る地球と同じ速度で地球上のものすべてが動いているからだ。」

これは“慣性の法則”から成り立つ事実です。

『天文対話』第1日と第2日は地上の諸現象を論じ、アリストテレス論(天動説)を崩していくのですが、先ほどの疑問を第2日目で、海上の船を地球に見立て、船の高いマストから石を落とす実験として取り上げています。船が静止している時(=天動説)と均一で走っている時(=地動説)、どちらも石はマストの根元に落ちます。このことから、気づかなくとも地球は自転しながら公転している、と導くのです。(出版後まもなくフランス人物理学者ピエール・ガッサンディが時速18km=秒速約5mで走るガレー船の高さ20mのマストから石を落として検証実験を行い、正しさが確認されています)

『天文対話』第3日目は天文学上の問題に終始します。彼自身が望遠鏡で観測した事実をふまえて、当時としては考えられるかぎりでの完全なコペルニクス説の立証を論じます。この3日間の内容でアリストテレス運動論および宇宙論はほぼ論破されているのですが、彼は地動説の「決定的論証」のために、先の3日を下地とした肝いりの最終日(第4日)を設けます。

この「決定的論証」というのが、実は全くの誤りなのですが、ガリレオ独自の「潮汐論」です。彼の理論は‘地球の自転と公転の相乗効果により潮の満干が生ずる’というものです。逆にすると潮の満干は現実に起こっているのだから、地球も実際に動いていなければならない。すなわち、地動説の正当性が証明される’となります。30年以上前、ケプラーの『宇宙の神秘』への返礼文に“地動説によってのみ説明される自然現象”と記したのはこの‘潮汐現象’でした。また、教皇の命令で書名変更を余儀なくされるまでは、『海の満干についての対話』と題して出版するつもりだったことも、ガリレオが「潮汐論」を如何に重要視していたかを表わしています。『天文対

〈ガリレオの月〉 なぜ彼は月を観たのか？その7

話』の主題は「潮汐論」なのです。ガリレオは彼の「潮汐論」が成り立つ根拠に宇宙論である地動説を応用したのでした。

[7]円か楕円か？ 近接力か遠隔力か？

これらの点では、旧来の概念から抜け出せないガリレオと、自由な発想で真理を是認するケプラーとの相違が明らかに現れます。

ガリレオは永続的な運動は完全な真円にしか認めず、彼にとって楕円は不完全な単にゆがめられた円にすぎないものでした。従って、ケプラーが苦難の末に発見した楕円軌道をガリレオは容認できませんでした。

また、ガリレオは遠隔力（離れた物の間に働く力）も認めず、近接力（力は直接接触合っている物の間にのみ働く）の立場をとっていました。潮汐現象についても、古来から知られていた月の遠隔力的影響を排除し、彼は独自の「潮汐論」を、近接力で説明できる地球の動きによる海水の作用として組み立てたのでした。『天文対話』の終章に月の影響を否定し、ケプラーを次のように批判する記述があります。‘月の海水に対する支配力や、また隠れた性質や同じような児戯（子供の遊び）にも等しいことに耳を傾けて、同意している’と。ケプラーが存命なら、どう思ったでしょうか？

ケプラーの『新天文学』は“楕円軌道”とそれに沿って惑星を運行させる“遠隔力（ガリレオのいう隠れた性質）”の存在を示唆していました。ガリレオが『新天文学』に無反応という不可解な態度を取ったのは、望遠鏡の改造に没頭していただけではなく、自分と相容れない論理に対し積極的に無視したからでした。（ケプラーはその遠隔力を太陽が光と熱を放つように、太陽から放たれる惑星を押して回す力、と考えていました。その後、引力の概念にかなり近いものを考えていたようです。）

[8]なぜガリレオは月を見たのか？

ガリレオは“新しい運動法則”を追求した物理学者でした。従って、天文学者が行う天文観測の必要性を感じず、ティコのデータの重要さも、『ルドルフ表』にも興味はありませんでした。しかし、当時の‘真理’として君臨するアリストテレス運動論を切り崩すには、それが宇宙論と深く結びついていたために宇宙にまで手を広げる必要がありました。また、自分が編み出した「潮汐論」には地球が動く理論が不可欠でした。可能性のある理論を模索している時に地動説と出会い、これが応用できると直感します。しかし、地動説の正当性を保証する材料はほとんど見当たらない状況でした。

「潮汐論」を思いついてから10数年、ガリレオは‘遠めがね’のうわさを耳にします。それは物を拡大できるおもちゃのような代物でしたが、ガリレオの手で光学機器望遠鏡に改造されます。この時、ガリレオの脳裏に同郷

の万能の天才レオナルド・ダ・ヴィンチの「月を拡大して観る眼鏡を作れ！」という叫びが響いたかどうかは分かりませんが、ガリレオは素描家でもあり、レオナルドの月面図は頭に浮かんだことと思います。なぜなら、月面に凹凸があれば、アリストテレスがいう‘真っ平らな月面’の反証になるからです。また、1604年の新星出現時に肉眼では確認できなかった公転の証拠となる‘年周視差’を望遠鏡なら捉えられる、と考えたのかもしれませんが（年周視差は、200年以上後の1838年に初めて確認されます）。

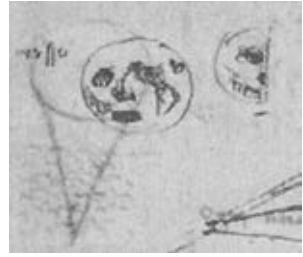


図 7-14: レオナルドの月面図

ガリレオは物理学者として“新しい運動法則”のために、「地動説の確実な証拠を手に入れる」という明確な目的を持って月を観たのです。

レンズを通して現れた世界はガリレオの予想をはるかに超える‘新世界’でした。望遠鏡を通して宇宙のベールが1枚、また1枚と剥がされ、真実が次々と発見されていきました。天文学者ガリレオの誕生です。それ以降の展開はご存知の通りです。

[9] ガリレオという人

「なぜガリレオは月を見たのか？」ということについて深く考える前は、『ガリレオは天文学者なのだから、当然月ぐらい見るに決まっているじゃないか』ぐらいの意識の低さでした。今回、この問いに真剣に取り組んでみて、如何に自分は浅はかだったかを痛感しました。そして、彼の最大の業績は運動に関する物理学方面のものだとも知りました。その遺産の重要さも再認識しました。彼の運動法則は、ニュートンによって完成され、アインシュタインに引き継がれたのです。

ガリレオは私のイメージした天文学者ではなかったのですが、“月に望遠鏡を向ける”ことは、彼に賦与された運命だったと思います。ガリレオが“神が私を選びたもうた！”と感激したように、私もこの役割はガリレオをおいて他にはいないと思います。実際に彼より先に望遠鏡で月を見た人もいましたが、明確な目的を持って見たい物を観た最初の人にはガリレオでした。不条理な宗教裁判でガリレオの天文学研究は打ち切られましたが、彼が望遠鏡という光学機器で天体観測を始めたことは、その後の観測天文学に道を開きました。やはり、ガリレオは“天文学の父”に値する大天才でした。

(終)

〈ガリレオの月〉 なぜ彼は月を観たのか？その7

〈参考文献〉

- 「ケプラーとガリレイ」 トーマス・デ・パドヴァ著 藤川芳郎訳 白水社
「ガリレオ・ガリレイ」 青木靖三著 岩波新書
「ガリレオ・ガリレイ」 ジェームズ・マクラクラン著 野本陽代訳 大月書店
人類の知的遺産31「ガリレオ」 伊藤俊太郎著 講談社
世界の名著21「ガリレオ」 豊田利幸責任編集 中央公論社
「ヨハネス・ケプラー」 アーサー・ケストラ著 小尾信彌/木村博訳
ちくま学芸文庫
「ヨハネス・ケプラー」 ジェームズ・ヴォールケル著 林大訳 大月書店
「星界の報告」 ガリレオ・ガリレイ著 山田慶児/谷泰訳 岩波文庫
「天文対話（上・下）」 ガリレオ・ガリレイ著 青木靖三訳 岩波文庫
「誰も読まなかったコペルニクス」 オーウェン・ギンガリッジ著 柴田裕之訳
早川書房
「芸術家ガリレオ・ガリレイー月・太陽・手ー」 ホルスト・ブレーデカンブ著
原研二訳 産業図書株式会社

図7-1,7-2,7-8:「ケプラーとガリレイ」

図7-3:Googleマップに筆者加筆

図7-4,7-10:「ガリレオ・ガリレイ」大月書店

図7-5,7-6:「ヨハネス・ケプラー」ちくま学芸文庫

図7-7:Wikipedia

図7-9,7-12:「ヨハネス・ケプラー」大月書店

図7-11:「天文対話（下）」

図7-13:「誰も読まなかったコペルニクス」

図7-14:「芸術家ガリレオ・ガリレイー月・太陽・手ー」

本文中に登場する人物

名前	国名	生年	没年	専門分野
レオナルド	イタリア	1452	1519	全分野
オスティリオ・リッチ	イタリア	1540	1603	数学
ティコ・ブラーエ	神聖ローマ帝国	1546	1601	天体観測
ガリレオ	イタリア	1564	1642	本文詳説
ケプラー	神聖ローマ帝国	1571	1630	本文詳説
ガッサンディ	フランス	1592	1655	哲学

日食報告

2017年金環日食の観測

仲谷 善一（飛騨天文台）

はじめに

2016年3月のインドネシア皆既日食、2016年9月のマダガスカル金環日食に続いて、2017年2月26日の金環日食観測のため、チリへ出かけてきました。

私の日食経験は、1987年の部分日食（沖縄では金環日食でした）、1991年の皆既日食、1995年の皆既日食、2009年の皆既日食、2010年の皆既日食、2012年の金環日食および皆既日食、2016年の皆既日食および金環日食と、今回10回目の日食でした。金環日食は3回目になります。

2012年の金環日食は、北限ラインでの観測（あすとろん Vol.19）を行い、2016年のマダガスカル金環日食では、比較的中心ラインに近い辺りで観測、今回は金環時間が50秒程度と比較的細いリングの金環日食であったことから、彩層などを撮影することを主目的として観測準備を行いました。

観測機材

日食の進行および金環日食の撮影と、気象データの取得を行うためのデータロガーを用意しました。

機材1

カメラ：Canon EOS 50D

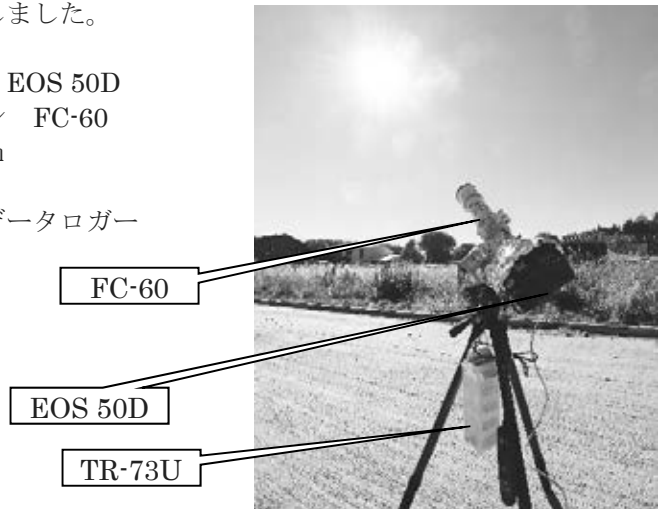
レンズ：タカハシ FC-60

焦点距離：500mm

機材2

温湿度・大気圧データロガー

T&D TR-73U



観測結果

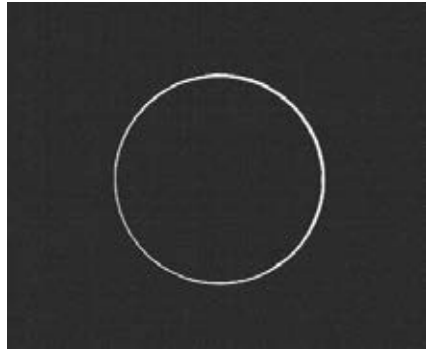
日食全体を通して快晴の中で観測を行うことができました。また第二接触前後および第三接触前後の彩層とプロミネンスを撮影することができました。

食の最大付近では ND フィルターを装着しての金環日食らしい撮影も行いました。金環日食の時間が 50 秒ほどたったため、ND フィルターの着脱や撮影などとても慌ただしい観測となりました。

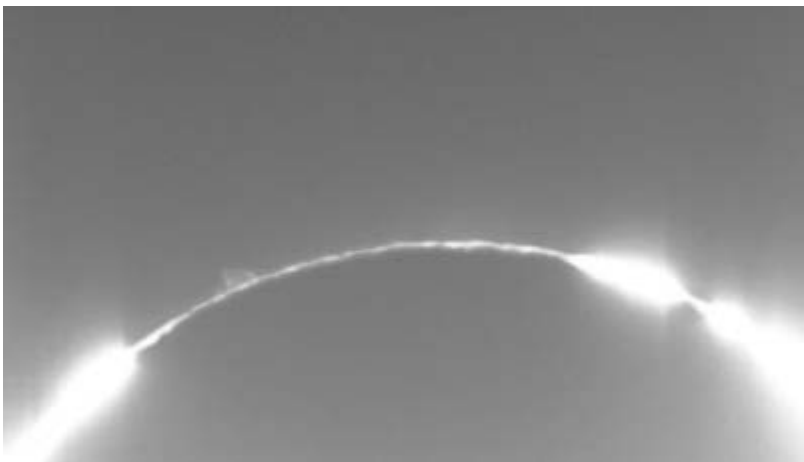
コロナについてですが、今後さらなる解析が必要になると思います。観測で来ているのではないかと考えています。

気象観測では、雲などの外乱が少ない環境で観測を行うことができました。第一接触と第四接触の頃の気温は約 20.1℃、最も気温が低下したのは第三接触から約 5 分後で 13.3℃でしたので、約 6.8℃の変化でした。

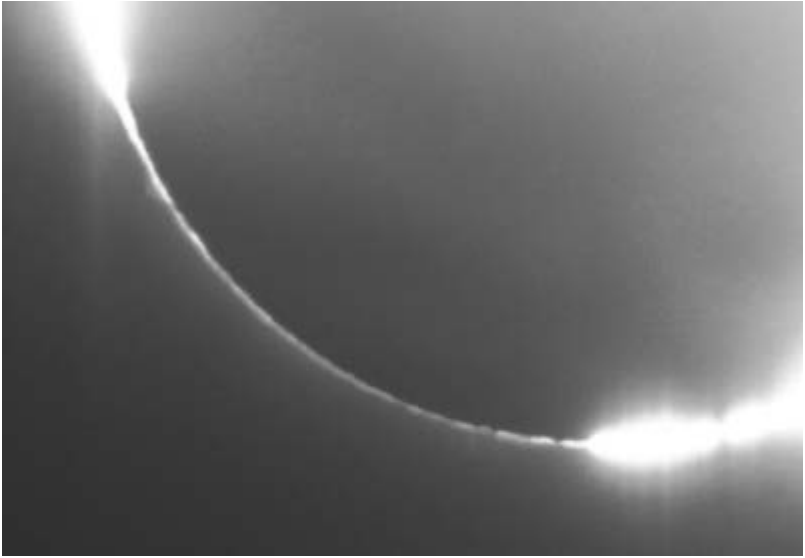
相対湿度は、約 55%から 78%へ約 23%の変化、気圧は約 976hPa から 977.2hPa へ約 1.2hPa の変化でした。



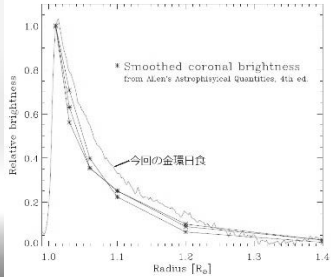
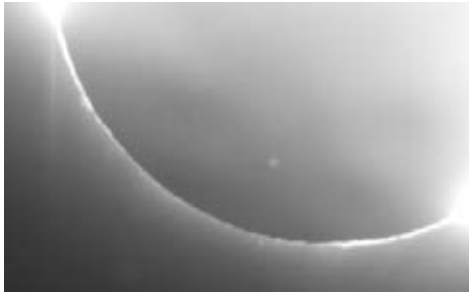
金環日食 (ND フィルターあり)



第二接触の頃の彩層とプロミネンス

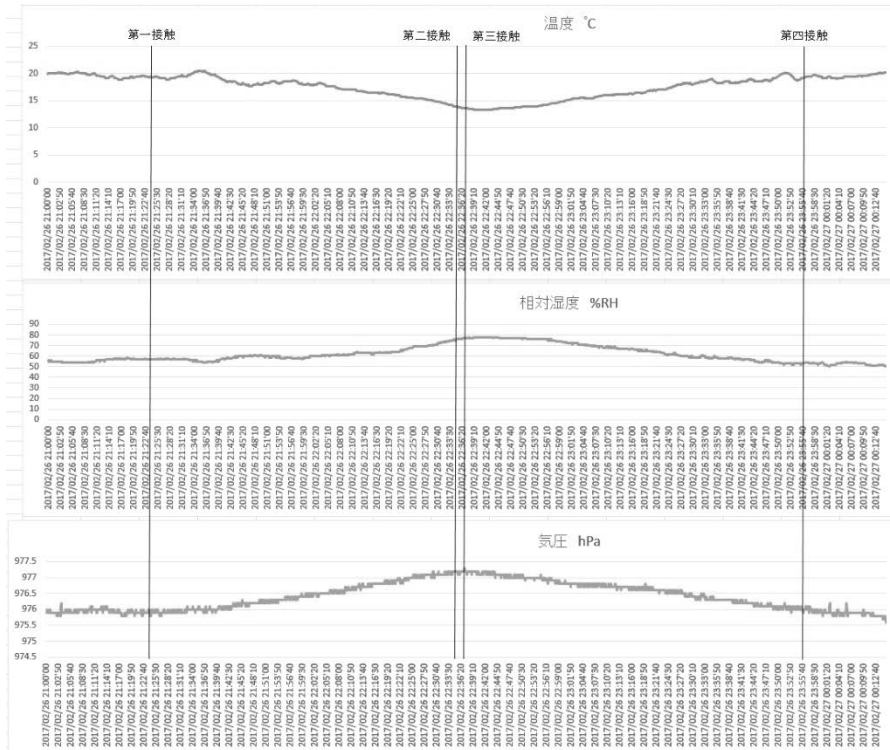


第三接触の頃の彩層とプロミネンス



「Allen's Astrophysical Quantities, 4th ed.」による K コロナの極大期、極小期の赤道および極の明るさと今回の結果を比較したところ、とても近い値であることから、今回コロナの撮影ができていると考えています。

ただ前例が見当たらないことから、様々な角度から検証を行う必要はあると考えています。



温度、相対湿度、気圧の変化グラフ

まとめ

快晴の中で金環日食を観測することができました。また、金環日食において彩層やプロミネンス、今後もう少し検証を行う必要はありますがコロナの観測も行うことができました。

金環日食というと終始NDフィルターを装着して撮影を行うことから部分日食の延長だという意見も聞かれますが、デジタルカメラの時代になったからこそ行うことができる新しい視点での観測が行えるようになりました。

2017年8月のアメリカ皆既日食においても何か面白い観測ができたという事を考えています。

第 6 4 回花山天体観望会「星雲と名曲」に出演して

小副川豊、田中恒輝、富永愛侑、東谷祐美（京大観風会）

当日はあいにくの天気のために屋外で演奏することはできませんでしたが、屋内でもスクリーンに映し出された満月を背景に演奏させていただきました。まるで「秋の言の葉」の歌詞に描き出された情景のように、ぼっかりと浮かんだようなまあるい月に秋の草花、そして窓の外から聞こえるかすかな虫の声が秋の風情を醸し出し、楽器の調べがそれを引き立てているように感じられました。まだまだ演奏に未熟な部分が多く、大勢の方々に前につきり緊張してしまいましたが、皆さん熱心に聞き入ってくださっているようでした。演奏後に温かい拍手をいただいた時は本当にうれしく、少し照れくさくもありました。

また演奏会後に見せていただいた望遠鏡は想像していたよりもはるかに大きく、今でも手動であることに大変驚きました。この望遠鏡に多くの人々の宇宙への思いと技術が詰まっているのだということに感動しました。日頃大学で学んでいる分野とは使う分野であるだけにかえて新鮮で、興味が湧きました。普段は経験できないような貴重な体験をさせていただき、本当にありがとうございました。文学部二回生 東谷祐美



第64回花山天体観望会「星雲と名曲」に出演して

「宇宙」という言葉は、なぜこんなにも沢山の人を惹きつけるのでしょうか。人種、性別、年代を超えて、宇宙ブームは広がり続けているように思います。私もその1人で、大学では理学の道に進みました。今回花山天文台へいらっしやっただ皆様も、きっとそうなのでしょう。

我々が演奏した古典曲は、江戸時代や明治時代に作られたものがほとんどです。一方、人が宇宙に興味を持ち出したのは平安時代、占星術が政治にも関わるようになった頃でしょうか。それから、星が少しずつ移動したり、太陽の黒点の数が増減したり、と、宇宙は絶えず変化してきました。諸行無常という言葉がありますが、これは実によく宇宙を表した言葉でしょう。その中で、かつての作曲家たちが残してくれた曲は、様々な情景を我々に教えてくれます。秋の夜に響く虫の音、朝の眩しい太陽、海の静けさ。これら全てが宇宙の変化を切り取った一部なのだと思うと、毎日の練習にも精が出ます。また、演奏自体は完璧とは程遠いものでしたが、こういう景色があったのだ、ということの皆様と共有できたことにも大変喜びを感じます。

さて、もう1つ宇宙と邦楽を結びつけるとすれば、継承するということでしょう。何も邦楽に限ったことではありませんが、長く続いているものには必ず継承者がおりました。そうしなければ途切れてしまうからです。私が今邦楽に携わっているのも、無くしたくないという先人の思いがあってこそだと思います。そして同じように、宇宙を知りたいという思いが継承されてきたから現在の宇宙ブームがあるのです。京都大学には飛騨にも付属天文台があります。以前、一般公開の時にボランティアとして参加いたしましたが、その時、学生のころから飛騨天文台に憧れていた、という御婦人と出会いました。これからも長く運営して欲しい、また一般公開に来たい、と仰っていました。次の世代に伝えていくのは自分たちなのだ、と気付かされた言葉でした。

稚拙な文章ではありましたが、このような機会を頂けたことに感謝しつつ、天文台関係者の皆様にお礼申し上げます。

理学部二回生 富永愛侑

此の度は、このような演奏の機会をご用意してくださり、誠にありがとうございます。色々と本当に拙い演奏だらけで大変申し訳なかったのですが、イベント関係者の皆さま、そして天文台まで足をお運びくださったお客様方には最後まで当演奏をお聞きいただいたことにこのうえない感謝のかぎりです。

今回、当日は残念ながら天気に恵まれず、屋内（図書館）での演奏となりましたが、スタッフの方々のご配慮・ご協力のもと、背景のモニター画

面に満月の画像を映し出したり、照明や鑑賞用植物などを設置して下さったことにより、より秋らしい風情を醸し出される場になったのではないかと存じます。実際、窓の外からも虫の音が聞こえてきたりして、演奏舞台の傍に立っている自分もこれはなかなか見ごたえ・聴きごたえのある演出だと感じました。

さて、ここから先は私個人の経験・感想となりますが、まず私がここ花山天文台を訪れたのは（恥ずかしながら実は）今回が初めてとなります。元々私は（理学部生でありながらも）天文学に縁や関わりがあまり多くありませんでした。ですが、今回の名曲鑑賞会のご機会のもと、想像以上に数多くの人々が天文学に興味を持たれてここ天文台までわざわざ足を運んでくださったこと、そして終演後に職員の方から当天文台が持つ全国屈指の天体望遠鏡をお見せいただいたことなどにより、実際の天文学の世界に触れ、その幅広さ・奥深さを垣間見た気がします。

最後に、こちらに至らない点が数多くありましたが、このような貴重なイベントの機会を下さったこと、そして懇切丁寧に温かい対応をもてなしていただいたスタッフの方々には重ねてお礼申し上げます。

理学部三回生 小副川豊



第64回花山天体観望会「星雲と名曲」に出演して

演奏を終えた後、本館のドームと望遠鏡を案内していただきました。昭和のはじめに作られたものが大切に使われ続けていること、西洋の技術を中心にしつつも船大工さんがドームを作るなど伝統的な日本の技も發揮されていることなどお聞きしますと、今回の曲目の半数を作曲した宮城道雄（1894～1956）が思い起こされました。名前をご存じないかもしれませんが、代表作「春の海」はお正月に流れるのを耳にされたことがあるかと思います。彼は伝統的な邦楽に西洋音楽をいかに取り入れることで新たな発展をもたらせるか試み続け、和洋の融合した数々の名曲を生み出しました。それらは没後 60 年の今でも古びることなく愛されています。

花山天文台と邦楽、一見繋がりが無いようですが、和洋それぞれの長所を上手く取り入れて近代日本の先人が生み出したものが大切に受け継がれている点では通ずるものがあると思います。そのような歴史に思いをはせながら天文台で邦楽をお聞きになるのも味わい深いかもしれません。末筆ながら、このような場を用意して下さった皆様、ご来場の皆様に厚く御礼申し上げます。

文学部三回生 田中恒輝



宮本正太郎先生を偲んで

佐藤 健 (NPO 花山星空ネットワーク)

宮本正太郎先生は 1954 年 4 月に京大花山天文台台長に就任され、1976 年の退官まで台長を務められました。その間、飛騨天文台の開設を主導され、1968 年の開設以来飛騨天文台の台長を花山天文台長と兼任されました。

さて、その宮本先生は広島県尾道市のお生まれで、中学は広島市の広島第二中学校(現・観音高校)でした。そのような関係で、私達「广大天文学会(广大天文学研究会の前身)」の学生は宮本先生に遠慮がなく、京都旅行の際に宮本先生にお願いして、花山天文台に泊まらせていただきました。もう 1 日京都にいたい、ホテルや旅館に泊まったのでは、広島までの自動車賃が足り



宮本正太郎先生 (1975 年ころ)



花山天文台のクック屈折望遠鏡

なくなる。そこで京都駅から花山天文台の宮本先生に「今からお伺いしてはいけませんか?」と電話しました。当時、花山天文台には稲田さんという賄いのおじいさんがおられました。宮本先生は「お客さんですので、明日の朝食は多めに作って下さい」と仰っておられました。

宮本正太郎先生を偲んで

私などは 1 泊させていただいたことが何回かありましたが、私よりすこし若い W 君は夏休みの前半は花山天文台に、後半は当時存在した生駒山太陽観測所に居候して、「いい所だった! 3 食 3 食腹いっぱい食べさせてもらった」と言っていました。W 君は後年、太陽地球環境の世界的な大家になり、某・国立大学の理学部長も務めました。(「W 君」と匿名で書きましたが、誰のことだか、分かる人には分かりますね!)

宮本正太郎先生の広島親友は大橋利雄さんでした。建材商會を經營しておられましたが、音楽評論家としても活躍されました。

宮本先生は國際會議などで海外出張されることが多かったのですが、帰国の度に大橋さんに報告のため来広しておられました。大橋さんは宮本先生が広島第二中学校生徒の時、天文部の部長だったのだそうです。何 10 年も経って世界的大天文学者になってからも、かつての先輩に報告に来られる宮本先生の義理堅さに感嘆しました。

広島天文協會の前身の 1 つである広島天文氣象同好會で會長を務められた竹山晴夫先生(物理学者)は 1977 年に広島大学学長に就任されました。そこで有志で祝賀會を催そうと学長室を訪れると、竹山先生は「いつ不名誉退任になるかもしれませんから、祝賀會などとんでもないです。学長を全うできたら、その時祝賀會をして下さい」と断られてしまいました。大学紛争の余波がまだ完全には消えていない時代でした。そこで一計を案じました。ちょうど宮本先生が大橋さんに海外出張の報告のため来広されるとの報が入りましたので、宮本先生には「竹山先生の学長就任祝賀會をしますので、是非ご出席下さい」竹山先生には「宮本先生のご帰広歓迎會をしますので、是非ご出席下さい」と案内しました。両先生からは「喜んで出席させていただきます」とのご返事でした。

当日、会場では正面に「宮本正太郎先生ご帰広歓迎會」「竹山晴夫先生広島大学学長ご就任祝賀會」と横に並べて掲出しました。両先生は「やられた!」と思われたかもしれませんが、両先生とも始終ご機嫌のご様子で、私達も大いに楽しませてもらいました。

星空川柳

高尾和人 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

系外の惑星からも観てるかも

太陽のフレアを観るとロマン消え

来世には行くことにする火星移民

天の川京都で見えた過去偲ぶ

観測も説明会も AI かな

講演録

花山天文台の歴史と未来： 太陽フレアとスーパーフレア

柴田一成(花山天文台)

1. はじめに

どうも皆さん、こんにちは。どうも尾池先生、素晴らしいメッセージをありがとうございました。こういうタイトルで、ちょっと上に書いたことと、下に書いたことが、何かマッチしないようなタイトルで、お話をさせていただきます。

最初に、私どもがいます京大理学附属天文台、全体の紹介をさせていただきます。

花山天文台ができたのが1929年。ここは太陽系、太陽観測で、これまで世界的な成果を挙げてきました。尾池先生の話にありましたように、初代の天文台長、山本一清博士が、もう87年、ほとんど100年近く昔から、日本中の天文好きの人々や子どもたちを、この花山天文台に招き、また、日本中に出掛けて行って天文学の普及活動を非常に熱心にしたので、日本中にアマチュア天文家が生まれたんですね。そのために、日本のアマチュア天文家は世界一になったんです。そういうすごい歴史があります。

いまでこそ、大学の教員は、市民の講演会、あるいは出前授業に行くのが、それは責任だという時代なのですが、当時は逆でした。山本博士は、そういうところに行き過ぎだということで、教授会でつるし上げに遭ったそうです。そういう批判にもめげずに、天文学の普及活動を非常に熱心にされました。実は、そういうところから、すごい最先端の天文学につながっていったという歴史があります。

花山ができたときは、隣の山科は田んぼしかなくて、空は暗かった。天文学の観測に良かったのですが、ご存じのように、いまは山科も大都会になりました。100万ドルの夜景が楽しめるようになりました。それで四十数年前に、飛騨の山奥に、やはり伝統を引き継いで太陽系、太陽観測の大天文台をつくりました。ここは、太陽観測の世界的な拠点として活躍しております。

ただ、この飛騨は、天気がいいときはシーイング(seeing)は非常にいいのですけれども、ちょっと晴天日数がそれほど多くはない。実はいま、日本で一番天気の良いところが岡山なんです。尾池先生のお話にありましたように、ここに3.8m望遠鏡という東アジア最大の望遠鏡を純国産で、全部自主技術で、世界最高の技術を開発して、ついに、来年(2017年)に完成予

定です。この話に関しては、後で萩野先生がお話しされます。

目的は、天気の良いところですから、ずっと宇宙を見ていないといけないようなテーマ、宇宙の爆発現象を解明しようという計画です。ガンマ線バーストという宇宙で一番明るい、激しい爆発現象。あるいは、同じ方法を使うと、太陽系以外に惑星がいっぱい見つかる。ずっと見てみると、その星の回りに惑星があるのが分かる。

それから、これも先ほど尾池先生に言っていただきましたけれども、太陽型星、太陽とそっくりの星の上で、太陽で起きている爆発、フレアの 100 倍とか千倍とか。そういう驚くべき爆発が、最近、京大のグループによって発見されました。その正体を解明するには、この望遠鏡は世界で一番性能がいい。そういう望遠鏡です。

こういう望遠鏡を開発するのに、10 年掛かりましたけれども、長田教授率いる開発グループ（栗田准教授、岩室准教授ら）の頑張りで、ついにできました。最初は民間の藤原洋さんからの 6 億円ほどの支援があって技術開発が始まり、その後、文部科学省も 10 億円をつけてくれまして、ようやくできることになったのですが、運営費が足りないのです。先ほどの尾池先生の話にありましたように、花山天文台の運営費を回してやりなさいということで、いよいよ来年（2017 年）から、花山天文台に常時、人を配置できなくなるという状況になります。

実は 2 年ほど前に、まだ、文科省の予算がついていなかったときに、もう既に花山天文台の危機がありまして、このときは大学も、民間からの寄付を集めるのが大事だということで、天文台基金というのをつくりまして、皆さまのお手元にパンフレットがあるかと思います。

このとき、ほとんどの新聞、テレビで報道してくださったので、1 年間で 1 千万円以上集まりました。それで、第一の危機は逃れたのですが。いよいよ来年（2017 年）から、岡山が始まりますので、これは大変だということで、今年の 8 月に記者発表をさせていただきましたら、NHK のニュースで素晴らしいニュースをつくってくださいました。最初は京都ローカルのニュースに。その次に関西一円。なんと、全国ニュースまで流れました。

これを見られた方があるかと思いますが、寄付額は最初の年は 1300 万円。2 年目、900 万円。今年は 6 月までで 152 万円です。この今年の寄付額ではちょっと、来年以降、やっつけられません。それで今日、皆さんに、今後どうしていったらいいかということをご相談したいというのが今日の一番の趣旨でございます。

2. 花山天文台の歴史とお宝

尾池先生から非常によく説明いただいたのですが、具体的に花山天文台はどんな歴史があって、どんな望遠鏡があるのか。どんなお宝があるのか。ちょっと詳しくこれからお話したいと思います。

花山天文台ができたことを報じる『京都日日新聞』の記事が残っています。これは、いまの『京都新聞』ですかね。とにかくこのときは、すごいビッグニュースだったそうです。

実は、最初にできた本館の建物と、もともと子午線館と呼ばれる木造の平屋。いまは、歴史館と呼んでいるのですが、この二つは大倉三郎さんという有名な建築家で、京都工芸繊維大の学長を務められた有名な建築家が、まだ無名時代に設計された。それで、『近代建築散歩—京都、大阪、神戸』という写真集に載るくらいの貴重な建築なんです。この建物だけでも貴重なんです。

本館のなかには、屈折望遠鏡では日本で3番目に大きな45 cmの望遠鏡がありまして、この前身、最初は30 cmの屈折望遠鏡だった。実は、それは当時、日本一だったそうですけど。この望遠鏡を使って、月とか、火星とか土星とかという惑星観測で活躍してきました。

火星に偏東風という大規模な流れがあるというのを宮本正太郎博士が、いまから60年ほど前に発見され、それが火星の気象学の始まりです。

実は、望遠鏡の仕組みそのものが貴重で、ひもで引っぱって動かす、いまだきそんな望遠鏡はあまりないですね。重力時計という、珍しい仕組みもあります。これは重りの落下によって望遠鏡を動かし星の日周運動を追尾する装置ですが、停電になっても大丈夫とか。

45 cm望遠鏡も改造型で珍しい。本館の望遠鏡はもともと口径30 cmでした。ドームも30 cm用でしたが、45 cmにしたら焦点距離が長くなってドームに入りきらなくなり、結局、鏡筒を半分切って端に平面鏡を置き、その結果、焦点が望遠鏡のてっぺん付近にできてその近くで眼視する、という望遠鏡になりました。屈折望遠鏡なのに、レンズの望遠鏡なのに、鏡が入っているという、これも世界的に珍しい。そういう貴重な望遠鏡があります。

宮本博士の火星のスケッチが残っています。

<http://exhibit.rra.museum.kyoto-u.ac.jp/mars/>

素晴らしいです。こういうのを毎日、毎日、観測して、模様の変化から、火星には偏東風があるというのを発見された。これが、火星の気象学の始まりです。

この功績をたたえて、火星の割と大きなクレーターに「Miyamoto」という名前がつけられました。これは、京大の人間として非常に誇らしいですね。

実は、この Miyamoto クレーターはすごく有名なんです。この辺に、アメリカの探査機が着陸して走り回っている。Miyamoto クレーターとインターネットで検索したら、いっぱい出てきます。

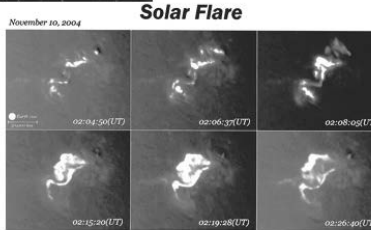
それから、1961年になりますと、太陽館という、建物全体が太陽望遠鏡というのができて。新聞には「日本一の大望遠鏡」と書かれています。

ここにいきますと、素晴らしい太陽スペクトルが見れます。分光室の壁いっぱい太陽の虹が広がる。これは、尾池先生はよくご存じですね。最近、京都造形芸大の方々、アーティストにぜひ見せたいということで、よく見学に来られます。これは、子どもたちも大喜びです。

花山には、現役の望遠鏡では、日本で一番古い、106歳というザートリウス 18 cm 屈折望遠鏡というのがあります。これは、現在も晴れていれば、



図1 現役最古参望遠鏡
ザートリウス



2004年11月10日の
大フレア

必ず太陽のH α 観測という、太陽フレアをモニターする望遠鏡で、宇宙天気予報に貢献しています(図1)。

ちなみに、私がアメリカから来たゲストを案内しているときに発生した大フレア(2004年11月10日)。生まれて初めてリアルタイムで大フレアを見て、もう興奮しまくったのですけれども。来たゲストもオーロラの研究者だったので一緒に興奮し、1時間くらいザートリウス望遠鏡の前で議論しました。

実はこのザートリウス望遠鏡は、1910年に京大に導入されたときは、時計台のすぐ近くにありまして、これが京大の天文台の始まりです。このとき、前の前のハレー彗星を観測するために導入されたと書いてあるのですが、ハレー彗星の写真は1枚も残っていません。たぶん、間に合わなかった

んですね。

これが、いくらで導入されたかという、何と 5037 円。いまの貨幣価値に直しますと、1 千万円オーバーですけども。でもたぶん、これは歴史的な価値があるので、いまはこの 10 倍以上の価値はあると思います。

3. 花山天文台における研究の現状：太陽フレア

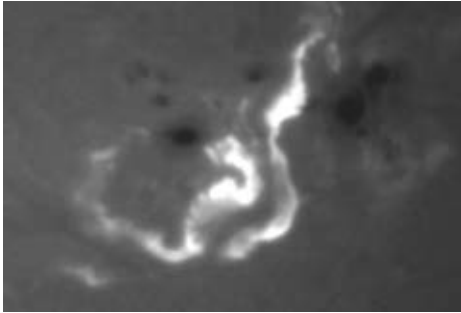


図 2 2001 年 4 月 10 日の大フレア

ここから、花山天文台の現状。研究と、教育・アウトリーチ活動を話したいと思います。まず研究は、観測に関しては、いまのザートリウス望遠鏡が非常に活躍しています。図 2 が、ザートリウス望遠鏡で観測された大フレア（2001 年 4 月 10 日）の貴重な画像です。

これは $H\alpha$ フィルターというので観測しています。この辺に黒点があります。突然光って、わあっと広がっていくんですね。このデータを、浅井歩さん（現、准教授）がまだ大学院生の時代に、非常に詳細に解析されまして論文を全部で 5 本も書かれた。さらにそれを元に素晴らしい博士論文を書かれた。

その浅井さんが国際会議で、（このときは 90 年前の望遠鏡だったので）「90 年前の望遠鏡で観測しました」と言ったら、それだけで拍手喝采でした。世界的にも、こんな古い望遠鏡を使って最先端の成果を生み出す天文台はあまりないのです。こんな感じで、花山天文台はこんな古い望遠鏡でも、すごい研究ができるというのが、太陽研究の特徴です。

ちょっとフレアの話をしてみますと、フレアは横から見ますと、しばしばプロミネンス噴出という大規模なガスの噴出が観測されます。最近の観測では、宇宙に行って、太陽を金属の円盤で隠して観測するんです。そうすると、人工日食になりまして、先ほどのプロミネンス噴出のなれの果てが、こんなふうな巨大なガスの固まりで飛んでいるというのが分かりました（図 3）。

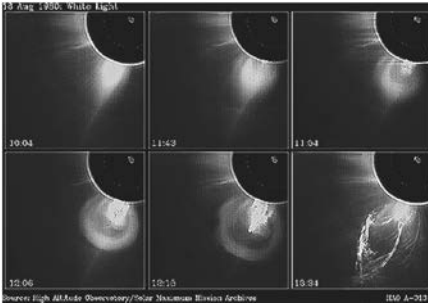


図3 コロナ質量放出と
プロミネンス噴出

これは、初めて見たとき、私も衝撃を受けたのですが、このスピードは、速いものは秒速1千キロメートル。1秒間に1千キロメートルですから、東京へ行くのに1秒もかからないくらいです。

こんなのが、一日、多いときは数回、発生しているんです。これは地球にぶつかったらどうなるんだろうかと心配になってくるのですが、実際に地球にぶつかったことがありました。これは2003年。もう13年前になりますけれども、このとき10年ぶりの大爆発が太陽の真ん中辺りで起きまして、爆風が地球を直撃したんですね。それで朝日新聞の夕刊トップで報道されました。

新聞は、すごい勉強になります。もう新聞の絵を見ただけで、地球に対する影響が分かります。例えば人工衛星が書いてあります。人工衛星が壊れる。これが一番多いです。船の航行システムが壊れる。これはちょっと、私は知らなくてびっくりしました。電力網が寸断されて停電になる。これは、カナダとかスウェーデンで、ときどき起きています。

通信障害が起きる。これも非常に多いです。オーロラが見える。これは、きれいでいいのですが。最後、飛行機が、ちょっと怖いんですけど、乗員乗客が高レベルの放射線にさらされると。これは、宇宙飛行士はもちろんのことなんですけど、飛行機でも上空を飛んでいるので、太陽フレアから飛んできた放射線に被ばくする恐れがあるということで、「なんとこわい！」という感じですね。

これは夕刊のトップを飾ったので、私は忘れられないのですけれども。夕方、家に帰ったら、私の家内が、「お父さん、今日、一日中、ニュースで太陽フレアのことをやってた」と言うんですね。結婚して20年目だったです。初めて、「お父さん、フレアって何」と質問してくれました。

それまで、太陽の研究をやっていると、宇宙の研究をやっていると、「役に立たないことばかりやって」と全然理解されなかったのですが、このときばかりは、フレアの仕組みを解明したら少しは世の中のためになるということを理解してもらえました。たまには、大フレアが起きるのもいいかなと思った次第です。もちろん、起きてほしくはないのですけれども。

太陽でフレアが起きると、どうして地球に影響があるのかというのを分

花山天文台の歴史と未来：太陽フレアとスーパーフレア

かりやすく示した漫画アニメーションがあります。フレアが起きて、ぴかっと光って、大量のガスが飛び出して、だいたい1日、2日、3日くらいたつと、地球に飛んでくる。

地球の磁気圏で、いったんは防いでくれるのですが、結局は穴が開いて、北極、南極にエネルギーが注ぎ込むと、これがオーロラになるんですね。このとき、エネルギー、大電流が流れるので、雷が落ちたのと同じような被害が、北極、南極全域で起きる。こういうのが、地球に影響がある理由なんです。

その結果、先ほど新聞に書いてあったような被害、われわれの文明が発展したからこそ起きる被害が起きます。普通の雨とか台風の天気予報と同じように、宇宙の嵐の予報、宇宙天気予報が人類の緊急の課題となっています。

いま、花山天文台の現在の、先ほどのザートリウス望遠鏡は、まさにこういう宇宙天気予報の基礎のデータを取る、あるいは、宇宙天気予報を教育するのに大変役に立ちます。そういうことで、非常に重要な役割を果たしています。

4. 花山天文台における研究の現状：太陽型星のスーパーフレア

先ほどから出てきました、スーパーフレアの発見というのが、花山天文台、最近20年間における最大の発見でした。このとき実は、京大の学部1回生が、最初にスーパーフレアを発見したんです。なんでかというのを、これからお話しします。

フレアの発生頻度というのは、地震の発生頻度とよく似ていて、大フレアは稀だけれども、小フレアは頻繁に発生します。小フレアのことをCクラスといいます。エックス線の強度で分類するのですが、Cクラスの10倍のフレアがMクラスで、頻度はCクラスの10分の1になります。Xクラスは大フレアなのですが、エネルギーはMの10倍、Cの100倍で、頻度はCクラスの100分の1です。Xクラスは黒点が多いとき、平均的には1年に1-10回くらい起きます。こんなふうに、エックス線強度が10倍になると、発生頻度が10分の1になる。

これは、地震のマグニチュードが増えると、頻度が何分の1かになるというのと、すごく似ています。ただ、フレアのエックス線観測が、まだ始まって30年くらいしかたっていないので、われわれが知っている最大級のフレアは先ほどの、すごいニュースになったフレアで、10年に一回程度の大フレアです。その10-1000倍のフレアをスーパーフレアといいます。頻度は100年-1万年に1回程度。

スーパーフレアは東日本大震災のような1千年に1回の大地震と同じよ

うに頻度が少ないのだけれども、起きたら大変です。こんなスーパーフレアが、果たして太陽で起きるのか。それを花山天文台のグループで調べようと思いました。

ただ、望遠鏡で太陽を観測しようとしても、まだガリレオ以来 400 年しかたっていないので、データはない。しかし、何とか 1 万年、観測したい。

いろいろ考えた結果、銀河系のなかには、太陽によく似た星、太陽型星はいっぱいある。何百億もある。そのうち 1 万個を取り出して 1 年間観測すれば、太陽を 1 万年観測したのと同じデータが得られる。これをやろうと思ったんです。

最初は望遠鏡を 100 台くらい花山天文台に置いて、それでいっぱい星を観測しようと思って、概算要求を出したのですが、京大は予算を取ってくるのが下手なので、全然予算がつかない。

でも、どこか、別の目的でデータを取っていないかと、いろんな人に相談しました。そうしたら、ケプラー衛星という宇宙望遠鏡が、そういうデータを使っているというのを、関口さん（国立天文台教授）という方から教えていただきました。

ケプラー衛星は、太陽系外惑星を見つけようという宇宙望遠鏡です。口径 95 cm の反射望遠鏡です。望遠鏡全体が人工衛星になっています。これは、何をしているかという、もし惑星が星の周りを回っていたら、たまたま、星の真ん前を通ることもある。そうすると、星の明るさをちょっと暗くするんです。どれくらい暗くなったかというのを測ると、どれくらいの大きさの惑星があるか分かる。

これは、実はすごいんです。このケプラー衛星というのは、太陽系外惑星を 3 千個くらい見つけて、いま、天文学の大革命が進行中です。ついに地球くらいの大きさの惑星も見つかって、地球外生命の発見も時間の問題かもしれない。そういう大革命が、いま、進行中なんです。

世界中の天文学者は、このケプラー衛星のデータのちょっと暗くなるというのを調べているのですが、僕らはスーパーフレアが起きたら、ちょっと星は明るくなるのじゃないかと思って、それを調べた。太陽だと大きなフレアだと可視光で光るんですね。

ケプラー衛星は、天の川のすぐ近く。白鳥座の一角。16 万の星を常時モニターしているんです。半分が太陽型です。インターネットでデータがオープンになっています。これを使おうと。

しかし、大量のデータがあるんです。30 分に 1 回のデータがオープンになっています。それを解析するのは大変。人手がいる。一方、太陽でスーパーフレアは起きないというのが、普通の天文学者の常識だったんです。だから、私の周辺にいる若い博士たちは、あまり真剣に取り合ってくれない。で

も、何とか解明したい。

ふと、気が付いたんですね。暇を持て余している京大の1回生を動員しようと思いました。私は京大生時代、1、2回生のころは暇を持て余していましたから。いま、1回生向けに物理学の授業をしまして、誰か一緒にスーパーフレアを探しませんか、どうせ君ら、暇でしょうと呼び掛けましたら、この5人の若者が集まりました（図4）。

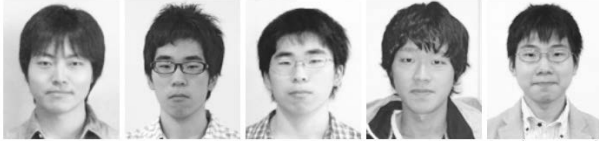


図4 左より、柴山拓也、野津湧太、野津翔太、長尾崇史、草場哲
理学部3回生（2012年当時）

ちなみに、この5人の若者たちは、花山天文台でしょっちゅう観望会、見学会を手伝ってくれる。そういう若者たちなんです。その乗りで集まってくれて、先ほども言いましたが、普通の天文学者は、スーパーフレアが起きるとは信じていないので、誰も真剣に探していなかったのですが、彼らは天文学をまったく知らなかったのが、私が「発見したら大発見やで」と言ったら、真剣に探してくれました。そうしたら、何と148の星で、365例のスーパーフレアが見つかったんです。それを2011年の天文学会で発表しました。

ついに、その1年後の2012年、世界的な雑誌の『Nature』に論文が出ました。何と京大の学部生、3回生が『Nature』の共著者に入りました。2010年に研究を始めて、2011年に天文学会で発表し、2012年によく『Nature』に出ました。すごくのんびりしているでしょう。これは、学部生中心ですから、3月になったらスキーの合宿があって1カ月休ませてくださいとか、そんな感じでやっていたんですね。それにもかかわらず、世界で最初にこういう発見ができたんです。

これを記者発表しました。先ほどから『京都新聞』ばかり出て、ほかの新聞社に申し訳ないですけど。1面でこういうふうに、「通説覆す」というのを書いてくださって。しかも、23面に、「京大生の力 輝く成果」とこんな記事まで書いてくださって、ちょっと感動しました。

ちなみに、この写真の学生のうち二人は、顔がそっくり。双子なんです。その双子が、おとし、二人そろって京大の宇宙物理大学院に入りました。いまは、「京大の宇宙兄弟」として売り出し中です。

「学部生が発見した」ということは、国際会議でもしょっちゅう話しています。何と、ウィキペディアの英語のスーパーフレアのところに、Undergraduate Studentが発見したと、書かれました。世界中に広まって

います。ただし、外国に行って「宇宙兄弟」と言っても全然通じないですが。

5. 花山天文台における教育・アウトリーチ活動

ここから、「教育アウトリーチ活動」を話したいと思います。私が台長になったころ、私の前の台長の黒河先生が定年になられて。それで、今日も来ていただいていますけれども、やはり花山天文台は古いけど、素晴らしい望遠鏡があるので、できるだけ観望会、見学会をやりたいということで、「NPO 花山星空ネットワーク」という NPO を立ち上げました。黒河さんには、NPO 立ち上げの協力をしていただけませんかとお願いしましたら、快く理事長になってくださいました。

確か、この NPO の立ち上げの会のとき、尾池先生は総長として、応援スピーチをしてくださったと記憶しております。この NPO は、500 人以上の会員が入ってくださいます。年間 6 回天体観望会、2 回講演会。2 回飛騨天文台ツアー。それから、京都千年天文街道ツアーなんていうのもあります。先ほどの、1 千年の歴史の京都にいろんな安倍晴明つながりの観光名所があります。

こういう活動を非常に評価していただきまして、2013 年の「京都市民が残したいと思う 京都を彩る建物や庭園」に選定いただきました。その次の年には、さらに認定とワンランク上で、立派な盾が送られてきました。ただし、お金がついていなかったの、苦しいのは変わらなかったですけど。ただ、非常にわれわれを激励していただきまして、元気が出てきました。

その後もいろんな方々が、例えば、世界的な音楽家の喜多郎さんが、ボランティアで毎年、花山天文台の応援に来てくださいます。

それから、あしたは実は、花山天文台の一般公開があります。もし、申し込んでないけれども来たいという方がおられたら、台長ゲストでご案内しますので、言ってください。

それから、11 月 20 日には、宇宙落語会というイベントもあります。今日も提案者の宇佐美さんと岡村さんに来ていただいています。こういうイベントを通して、花山天文台を多くの人に知ってもらって盛り上げていこうと、応援してくださっています。僕らは非常に元気づけられて、うれしく思っております。

この数年は、京都府、京都市と連携して、例えばここにほんの一例ですけども、小学校教員研修を開いたり。ジュニアキャンパス。これは、京大と京都市との連携ですね、中学生にきてもらう。

それから、今度の 11 月 8 日から 10 日ほど、京都市の小学生が花山天文

台に見学会に来ます。10校700人程度。堀川高校の高校生が、花山天文台にどんな望遠鏡があって、どんな観測をしているのか勉強して、小学生に分かりやすく説明して、案内してくれます。だから、われわれはもう、普段非常勤職員が2、3人しかいないのですけど、非常にそういう方のおかげで見学会ができて、子どもたちに喜んで、感動してもらっています。

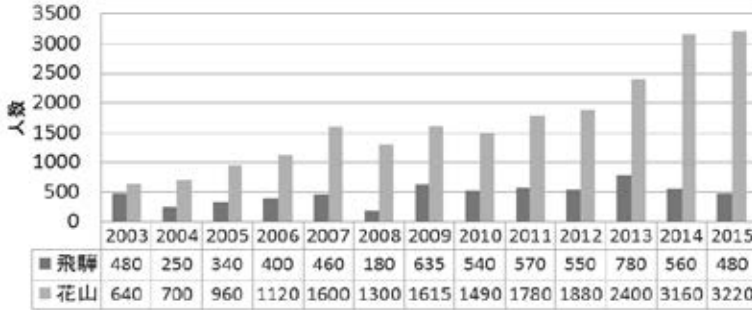


図5 花山天文台来台者数の年変化

図5は、最近十数年の花山天文台への来台者数を示します。茶色の方は飛騨天文台の来台者ですが、花山天文台の方が、やはり京都市の町中に近いので、うなぎ上りで来台者数が増えていまして。

これは、本当に限られた見学会、観望会だけなのですが、こんなにどんどん増えています。いまはもう、日曜日に見学したいというのは断らざるを得ないんです。数少ない職員の休みが日曜までなくなってしまいますので。そういう状況でこういう状況なんです。これをもっと皆さんのご希望に応えられないかなというのが今日の趣旨です。

6. 花山天文台の将来構想：宇宙科学館構想

それで、私の後、宇宙科学館構想の話をしていただきますが、少し経緯をお話しますと、先ほどのNPO花山星空ネットワークが始まったときに、理事の一人の長谷川靖子さん。京都コンピュータ学院のパイオニアの方ですが、長谷川さんが、単に観望会、見学会をほそぼそやるだけでなく、ちょっと毎日でも子どもが来られるような仕組みをつくったらどうかということで、こういう構想を提案してくださいました。

ただ、私は岡山計画をプッシュするのが責任だったので、なかなかこれに携わることができませんでした。そうこうするうちに、先ほど出てきました喜多郎さんが野外コンサートをしに来てくださいました。

喜多郎さんは、「花山天文台野外音楽堂をつくったら、世界中からミュージシャンの人々がやって来る。これは京都だからこそできる、世界で最高の天文台文化拠点になる。単に宇宙、天文だけでなく、音楽やアートを融合した文化拠点を目指すのがいいんじゃないか。」というアイデアを言ってくださったのです。これは素晴らしいアイデアだと思います。

そのころ世界で一番有名なグリニッジ天文台が閉鎖されたといううわさがあったのですが、行きましたら、最先端の天文学の研究所は、もう使命は終えているのですが、歴史的な建物や望遠鏡を残し、かつ新しいプラネタリウムと博物館をつかって、なんと年間80万人が来る、世界的な観光地、世界遺産として活躍している。

だいたいスペースは同じくらいなんです。それで、さっきの宇宙科学館、野外音楽堂をつくったらどんなになるんだろうかという話を、いろんな方としていましたら、まず、武庫川女子大の建築学科の岡崎甚幸先生（京大名誉教授）が素晴らしい完成予想図を描いてくださいました。さらに、私の高校時代の友人の北川聡一さんの息子さん（北川浩明さん）が一級建築士で、岡崎先生の図を元にして、こういう素晴らしい完成予想図新バージョンをつくってくださいました（図6）。



図6 花山天文台宇宙科学館構想（完成予想図）

それから、後で出てきますけど、荻野先生が、宇宙科学館だけでは入場料だけでやっていくのは難しい。ここにインキュベーションセンターをつかって、産学連携で、花山の歴史を生かしたこういう仕組みをつくったら、10年でも20年でもやっていけるんじゃないかと。そういう素晴らしいアイデアを出していただきました。こういう話ですね。後で詳しく話していただきます。

まずは、来年度以降の花山天文台の見学会、観望会を続けるためには、年間、最低1千万円程度のお金が必要です。その寄付集めが最優先の課題です。

今日、発足します「花山天文台の将来を考える会」は、こういう花山天文

台の毎日の維持費を集めるのも支援していただく予定です。それから、こういう宇宙科学構想、インキュベーションセンター構想。これは、ちょっと大きな話ですが、協力者探しを支援いただきます。

NPO花山星空ネットワークは、いままで通り、観望会や講演会、そういうものを支援していただきます。こういうかたちで、皆さんの応援をいただきながらやっていきたいと思っています。

最後にもう一度ですけど、とにかく、1年当たり、一人1万円を1千人からご寄付をいただければ、何とかやっていけます。それから、宇宙科学館、インキュベーションセンター構想は、20億円規模になりますので、これは皆さんにお願いするというよりかは、こういうお金を持っている方を見つけていただくことが必要となります。メディアの方も、ぜひそういう記事を書いていただければ幸いです。ネーミングライツも歓迎します。どうもありがとうございました。

質疑応答

○司会 ありがとうございます。質問。時間を少しオーバーしていますが、ひとつふたつくらい受け付けたいと思いますが、いかがでしょうか。何かございませんか。

○質問1 いつもお世話になっております。非常に具体的な話ですけど、花山天文台の広大な土地の所有権というのですか。それはどこに。

○柴田 それは、京都大学です。

○質問1 学校法人所有になるのですか。ああ、なるほどね。

○柴田 いまの計画も、あくまでも京都大学の土地の上に、民間の財団がああいうのをつくって運営するというので。

やはり、いろんな方とお話ししますと、やっぱり京都大学が深く絡んでこそ、最先端の研究成果がそこで発信できるので。僕らもそういうことでは、もちろん一緒にやっていきたいと思っています。

○司会 ほかに何か。では、どうもありがとうございました。

○柴田 どうもありがとうございました。

(2016年11月4日開催の講演会記録に基づく講演録、2017年4月1日編集)

鎌倉地蔵物語

作花一志(京都情報大学院大学) 坂田 肇(NPO 花山星空ネットワーク)

安倍晴明は一介の陰陽師ながらなぜ千年間も私たちを惹きつけるのでしょうか？平安時代の大鏡、今昔物語の作者のみならず、近世の狩野元信や葛飾北斎にも絵筆を持たせ、今世紀に入ってからアイドルとなって、まさに千年のヒーローです。その子孫は代々陰陽頭、天文博士を継承しています。

藤原定家の日記である明月記には 8 回の客星出現記録が載っており、そのうち 3 回は超新星出現(1006 年, 1054 年, 1181 年)の記録です。これらの天変についての詳しい話は省略します。1181 年といえば源平合戦の始まる頃ですが、当時の天文博士は晴明の 6 代の孫である安倍泰親で鳥羽上皇、後白河法皇、撰関家から信頼厚い陰陽師でした。この天変を目撃したという記録はありませんが、泰親にとって有名なのは鎌倉地蔵伝承です。



京都大学の東にある真如堂はもみじの名所として有名ですが、そこには鎌倉地蔵と呼ばれる地蔵菩薩像が祀られています(左図)。下野国(栃木県)那須野の殺生石から造られたといわれています。

この石、もとは天竺(インド)・殷(中国の古代王朝)・日本と、時間と空間を越え猛威をふるって暴れまわった九尾

の妖怪狐が石と化したものといわれています。この妖怪狐は、先ずは天竺で乱暴狼藉の限りを尽くしたのち、紀元前 1100 年頃、中国に飛んで殷王朝最後の王の紂王(ちゅうおう：暴君で有名)の後の王妃(だつき)に化け、酒池肉林と色気で紂王を骨抜きにして一国を滅亡させてしまいました。その後、奈良時代には、遣唐使吉備真備(695-775)の帰国船に乗って日本へやって来ます。吉備真備は言うまでもなく詩歌、歴史、兵学から陰陽道までに秀でた多才な学者であり、聖武・孝謙帝の厚い信任の下、平城京の朝廷で活躍した人物です。その後なぜか妖怪狐は 12 世紀の平安京の宮中に現れるのです。玉藻前(たまものまえ)という美女に化けて鳥羽上皇(1103-1156)に近づき、上皇の寵愛を受けるようになりますが、その後上皇は次第に病に伏せるようになります。朝廷の医師も原因が分ないところ、陰陽頭安倍泰親が玉藻前の仕業と見抜きます。泰親が真言を唱えた事で玉藻前は変身を解か

鎌倉地蔵物語

れ、白面金毛九尾の狐の姿で宮中を脱走し、空高く舞い上がったかと思うと行方をくらましました。その後、下野国那須野あたりで、この狐の仕業ではないかと思われる奇怪な出来事が幾度ともなく起こるようになります。そこで上皇は、三浦介（みうらのすけ）義明(1078－1180)と上総介（かずさのすけ）広常(?－1183)という二人の武将を征討將軍に任命します。かくして8万余りの軍勢が那須野へ派遣され、妖怪狐の退治大戦が繰り広げられます。たった1匹の狐に翻弄されながら悪戦苦闘の末ようやく妖怪狐にとどめを刺すことができました。なお彼らは後年、源頼朝の挙兵に応じて鎌倉幕府の設立に活躍しています。この事件は鳥羽上皇と彼らの実在時期からして1150年ころと思われます。



wikipedia (パブリックドメイン)

ところがこれでめでたしめでたしではありません。妖怪狐の死後、なんとその魂が石と化したのです。やがてこの石は、悪霊となり近づいた生き物を全て殺すようになります。そのことから、殺生石（せっしょうせき）と呼ばれ、人々から恐れられるようになりました。このことを知った源翁禅師（げんのうぜんし：室町時代の僧）が、杖で殺生石を叩き割り、三つに砕けた石の一つで地蔵菩薩を刻み、鎌倉に小さなお堂を建てて祀りました。その後、日光東照宮を建てた大工の棟梁で、この像を篤く信仰していた甲良豊後守宗広（こうらぶんごのかみむねひろ）の夢枕に、この地蔵菩薩が現われ、「我を衆生済度の霊場真正極楽寺（真如堂）に移して祀れ」とのお告げを受けて、現在の場所に遷座したと伝えられます。「鎌倉地蔵」と名は、この尊像が当初鎌倉に安置されていたことに由来します。鎌倉地蔵は家内安全・福寿・延命などのご利益の他、無実の罪に陥れられた人々を救ってくださるお地蔵さまと信仰を集めています。

石割りなどに使う大きい鉄鎚（かなづち）を玄能（玄翁—げんのう）というのは、この殺生石伝説から名づけられたといわれています。

玉藻前の話は能や「御伽草子」で語られていましたが、江戸時代になると次第に尾飾がついて歌舞伎・浄瑠璃などでも演じられるようになりました。それにしてもなんとスケールの大きい怪奇談ですね。なおこの物語は天文街道「神楽岡コース」（次回実施は7月25日）でお話します。

新年の空

米津栄次郎 (NPO 花山星空ネットワーク)



2017年の初日の出

2017.01.01(日)

07:14

1/80秒 f/3.7 4.5mm

ISO80

COOLPIX S3700

池田市旭丘にて



困惑して薄絹をまとった月

2016.09.15(木)20:32

1/60秒 f/6.6 64.8mm ISO1600 COOLPIX S3700 池田市旭丘にて



4日遅れのスーパームーン

2016.11.18(金)06:14

超大質量星はどのような最期を迎えるのか?

～第1章 宇宙最大規模の爆発現象～

永田駿介 (NPO 花山星空ネットワーク)

あすとろん Vol.35 号では重力崩壊型超新星の爆発メカニズムについて議論してきました。しかし、そのような最期を迎えるのは 8~30 太陽質量の星です。8 太陽質量以下の星はそもそも超新星爆発を起こさず静かにその生涯を終えます。では、30 太陽質量以上の星はどのような最期を迎えるのでしょうか?今回は通常の超新星爆発のメカニズムでは説明できない大規模な爆発現象にスポットを当てていきたいと思います。

1. 電磁波の持っているエネルギー…ガンマ線とは…

本題に入る前に電磁波のエネルギーについて説明します。特に「ガンマ線」というものが超大質量星の爆発を議論するのに重要になります。

電磁波とは光のことです。あすとろん Vol.35 の冒頭で紹介した素粒子レベルの小ささ(量子力学的)でみると電磁波は粒子として考えることができます。因みにこの素粒子は光子(Photon)と呼ばれています。一方で電磁“波”と書くくらいですから「波」としての性質も持っています。ということは必ず波長という繰り返し1個分の長さが存在します(図1)波長λがわかれば光のエネルギーEは以下の式で求めることができます。

$$E = c \frac{h}{\lambda} \quad (1.1)$$

ここでcとhはそれぞれ定数で光速(3×10⁸m/s)とプランク定数(6.626×10⁻³⁴J_s)です。ではここで電磁波のエネルギーを計算してみましよう。波長をλ=450nm^{*1}、λ=500nm、λ=600nmとした時、cとhは定数なので変数であるλをそれぞれ式1.1に代入して計算すると

$$E = 3 \times 10^8 \frac{6.626 \times 10^{-34}}{450 \times 10^{-9}} = 4.42 \times 10^{-19} \text{J}$$
$$E = 3 \times 10^8 \frac{6.626 \times 10^{-34}}{500 \times 10^{-9}} = 3.98 \times 10^{-19} \text{J}$$
$$E = 3 \times 10^8 \frac{6.626 \times 10^{-34}}{600 \times 10^{-9}} = 3.32 \times 10^{-19} \text{J}$$

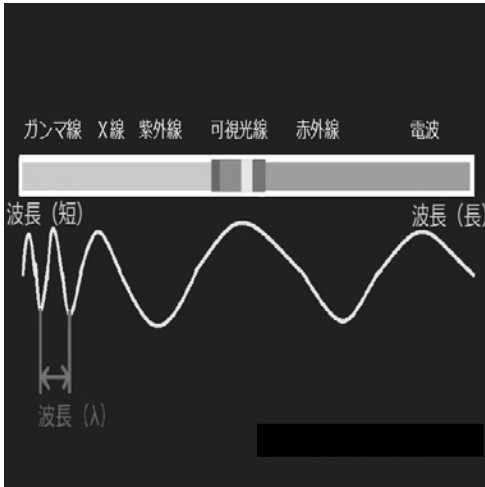


図1 様々な電磁波と波長



図2 太陽の連続スペクトル

提供：京都大学附属花山天文台



図3 虹 提供：坪倉由華

という計算結果になります。つまり波長が短いほど電磁波のエネルギーは高いということになります。

ここで、太陽の光をみてみましょう。一見単色に見えますが「分光器」と呼ばれる装置を通して太陽光をみると紫、青、緑、黄色、赤などの光が帯状に連なって見えます。これを連続スペクトル (continuous spectrum) と呼びます。(図2) みなさんが一度は目にしたことがある虹と同じですね。(図3) この場合、空気中の水滴が分光器の役割を果たすので天気雨の時に虹がみられるわけです。しかしこの時私たち人間の目に見ることができるのはほんの一部のみです。人間の目に見える電磁波の領域は「可視光線」と呼ばれていますが電磁波にはもっといろいろな種類があります。可視光線よりも低エネルギーの波長が長い電磁波には「赤外線」や「電波」があり、高エネルギーの波長が短い電磁波には「紫外線」や「X線」*2、そして「ガンマ線」*2があります。(図1)

ガンマ線の波長は典型的には $\lambda = 0.010\text{nm}$ 以下です。先ほどの $\lambda = 450\text{nm}$ 、 $\lambda = 500\text{nm}$ 、 $\lambda = 600\text{nm}$ というのは可視光域のそれぞれ、青、緑、赤のおおよその波長ですがガンマ線の波長の短さは桁違いです。つまりその分だけ高エネルギーということになります。このガンマ線を生命体がまともに浴びたら量にもよりますがDNAが傷つき死亡します。

非常に恐ろしいものですが宇宙には短時間でこのガンマ線が大量に放出される現象が実際に観測されています。それが「ガンマ線バースト」です。

超大質量星はどのような最期を迎えるのか?～第1章

このガンマ線バーストには超大質量星の最期が関わっていると考えられています。ではこのガンマ線バーストとそれに付随して起こると考えられている超大質量星の爆発現象「極超新星」について解説していききたいと思います。

※¹ nm=ナノメートルと読むSI接頭語で $10^{-9}\text{m}=0.000\ 000\ 001\text{m}$ を表す。

※² 本来X線とガンマ線の違いはその発生機構である。

2. ガンマ線バーストと極超新星.

ガンマ線バースト (gamma-ray burst:GRB) は1/1000秒～数十秒の間にガンマ線が大量に観測される現象です。中でも継続時間が2秒以上のものをロングガンマ線バースト、継続時間が2秒未満のものをショートガンマ線バーストと呼び前者は大質量星の最期が起源で後者は中性子星連星の衝突が起源だと考えられています。本記事では以後、ロングガンマ線バーストについて議論していききたいと思います。

アメリカとソ連が冷戦状態の1960年代、アメリカは「ヴェラ」という人工衛星を打ち上げ、ソ連の核実験を監視していました。1967年7月2日発生源が不明の謎のガンマ線が観測されました。これが初めて観測されたガンマ線バーストでGRB670702と名付けられました。その後の解析でこのガンマ線は太陽系外からやってきたという事は判明したのですがその正体と発生源は長い間謎に包まれたままでした。

時が経ち、1998年4月25日GRB980425が発見され、それと同時に超新星SN1998bwが付随して出現しました。他にも2003年にはGRB030329と超新星SN2003dhが付随して発見される等ガンマ線バーストと超新星爆発には何かしらの関係性がある事が示唆されるようになりました。

発見された超新星も“ただの”超新星ではないようです。この星の光を分光器に通して連続スペクトル(虹)を観測します。すると所々に黒色の線が見えます。これは吸収線と呼ばれるもので光源と観測機器の間に原子があると光子が原子に吸収され、特定の波長(例えば水素($\text{H}\alpha$)なら656.3nm、カルシウム(Ca II K)なら396.8nm)に図4のように影のような線が見えます。今回は詳しくは述べませんがこの吸収線を観測する事で天体の膨張速度を求める事ができます。その結果これらの超新星の膨張速度は $20,000\text{km s}^{-1}\sim 30,000\text{km s}^{-1}$ という事がわかりました。通常の超新星は $\text{数千}\text{km s}^{-1}\sim 10,000\text{km s}^{-1}$ ですので、数倍の早さだという事がわかります。

図 4 太陽のスペクトルと吸収線
提供：京都大学附属 飛驒天文台

また、エネルギーも桁外れです。以前、「あすとろんVol.35」で述べた通り超新星の衝撃波のエネルギーは 典型的には 10^{51}erg ですがこれらガンマ線バーストに付随して起こる超新星は $E_{\text{ejecta}}=10^{52}\text{erg}$ にもなります。これは通常の超新星の10倍にもなります。このエネルギーを通常の超新星爆発のメカニズムで説明するには少し無理があります。

以上の事から、ガンマ線バーストに付随して発見された超新星は通常の超新星爆発はメカニズムの異なる別物と考えてよいでしょう。それらを区別して「極超新星 (hypernova)」と呼びます。

3. 爆発メカニズム.

あすとろんVol.35で議論した通常の超新星爆発のメカニズムをおさらいしてみましょう。まず光分解によりコアが不安定となり重力崩壊が始まります。密度が 10^{12}gcm^{-3} に達すると散乱によりニュートリノがコア内部から出てこられなくなり (ニュートリノトラップ)、原子核密度(10^{14}gcm^{-3})に達すると核力 (強い力) でコアを支えられるようになるので内部コアが安定します。すると内部コアと外部コアの境界で物質が跳ね返り (コアのバウンス) そこで形成された衝撃波をニュートリノ加熱により星全体に伝播することで爆発が起こるというものでした。

極超新星が起こるのはさらに重い星で30太陽質量以上と言われています。そこまで大きな質量になると「コアのバウンス」時、降着する物質が多すぎてニュートリノ加熱により衝撃波を伝播することはできません。物質は中心に向かって落下を続け内部コアは核力で支えられなくなり潰れます。ブラックホールの誕生です。重力に対抗する力がなければ物質はすべてブラックホールに飲み込まれます^{*1}しかし、星が回転していた場合、物質は遠心力によって支えられるのでブラックホールの周囲に降着円盤を形成し、物質はそれを經由して数秒から数十秒かけてブラックホールへ落下します。この時間は典型的なガンマ線バーストの持続時間と一致しており、その間降着によりエネルギーを供給していると言えます。

この円盤の極方向から光速の99.9%もの速度を持つ絞られたジェットを形成し、それがガンマ線バーストになるのですが、その中心エンジンは殆ど理解されていません。さまざまな仮説が提唱されていますが、Blandford and Znajek機構というモデルが今有力視されており、ブラッ

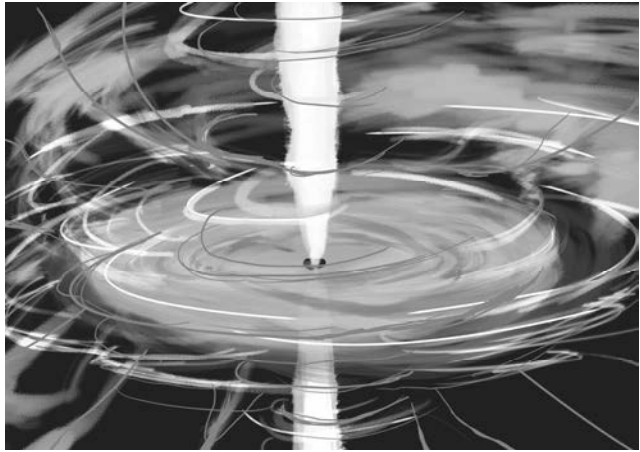


図5 回転エネルギーの引き抜き効果によるジェットの駆動（イメージ） 作図：板谷由菜

クホールと降着円盤を繋ぐ磁場がブレーキとして働き、ブラックホールの回転エネルギーが引き抜かれるというものです。電磁場はブラックホールより回転が遅いのでブラックホールから外向きにエネルギーが流れるので効率良く回転エネルギーが引き抜かれると考えられています。(図5)しかし現在の3次元軸対称シミュレーションで再現できているエネルギーは観測されるガンマ線バーストの1/10程度でありガンマ線バーストの中心エンジンを説明するにはまだまだ課題があります。

ガンマ線バーストに付随して起こる極超新星も極方向に強い爆発を起こすと考えられていますが、先程のメカニズムだけでは「星全体」が爆発しません。どのように星全体が爆発するかもまだ分かっていませんが、降着円盤の内部で加熱された物質が降着円盤風として星全体を吹き飛ばすのではないかと考えられています。

今回、議論した内容はまだまだ未知の世界で研究段階の内容です。近い将来ガンマ線バーストや極超新星について研究が進むと、本記事で議論した内容は変わってくるかもしれません。今日もガンマ線バーストや極超新星の謎を解明するべく研究が進められています。

さて、本記事では30太陽質量以上の星の最期について議論しましたが現在の宇宙で形成されるのはどれだけ大きくても100太陽質量でそれらの星の最期は本記事で議論した通りです。では100太陽質量より重たい星は存在しないのでしょうか？答えはNOです。現在の宇宙で形成されることはまずありませんが、宇宙形成後という大昔の宇宙は現在と環境が全く異な

ります。そのような環境では1000太陽質量にも及ぶ巨大な星が形成された可能性も提案されています。そのような星はどのような最期を迎えたのでしょうか？次号のあすとろんで議論していきたいと思ひます。

※1 最近ではこの段階でも何かしらの爆発が起こるのではないかと考えられている

【謝辞】

この度、本原稿を執筆する上で細部にわたり適切なご助言を賜り、御丁寧にご指導してくださいました京都大学理学部の前田啓一先生に心より感謝いたします。

【参考文献】

野本憲一編(2007) 「元素はいかに作られたかー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

長龍重博 (2014) 「ロングガンマ線バーストのエンジンとは」

[http://bridge.kek.jp/lecture/13-nagataki/141127-3-GRB- Engine.pdf](http://bridge.kek.jp/lecture/13-nagataki/141127-3-GRB-Engine.pdf)

長龍重博 (2012) 「ガンマ線バースト中心エンジンの3次元シミュレーション」

<http://www.cfca.nao.ac.jp/~cfca/hpc/meeting/um2012/UM2012Nagataki.pdf>

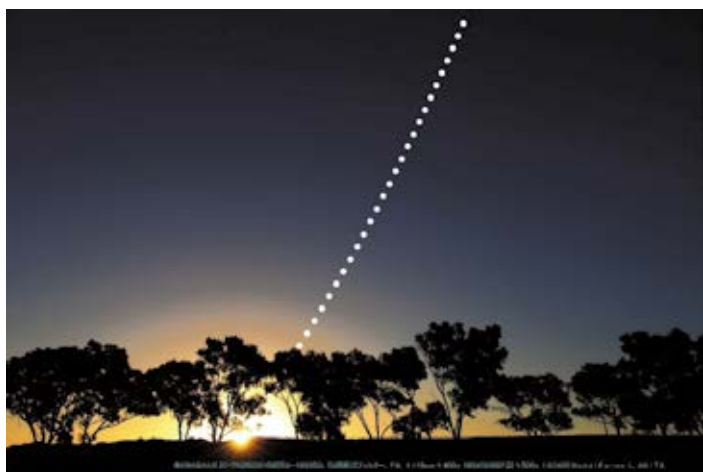
A.MacFadyen and S. E. Woosley(1998) 「COLLAPSARS - GAMMA-RAY BURSTS AND EXPLOSIONS IN “FAILED SUPERNOVAE”」

南天の星

秋田 勲 (NPO 花山星空ネットワーク)



η カリーナ星雲
2月26日



日の入り
2月22日
18時40分



天の南極
2月26日
21:33~22:33



対日照
2月26日

80mm屈折望遠鏡、
焦点距離 1200mm
直焦点撮影
CanonKiss X6 i
シャッタースピー
ド160分の1
ISO400

本年2月にオーストラリアのパース北部300kmの乾燥地方に行ってきました。

日中は30度以上上がりますが、明け方は10度近くまで下がります。

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11階

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: <http://pla.konicaminolta.jp>

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～



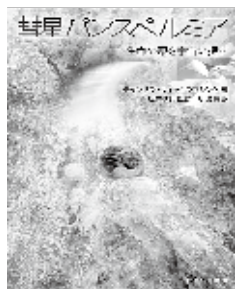
<http://www.herojp.co.jp>

彗星パンスペルミア

生命の源を宇宙に探す

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／246頁／定価(本体1,900円＋税)

生命の起源は広大な宇宙にあった！ 生命は彗星によって地球に運ばれてきたとする「彗星パンスペルミア」説。提唱者であるフレッド・ホイルと著者がこれまで展開してきたパンスペルミア論を、新しい知見を加えながら解説する。



〒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

事務局からのお知らせ

2月の初めに開花した今年の梅は随分と長持ちして、優に2か月間楽しめることになりそうです。一方では、桜の開花は例年より1週間ほど遅く、この辺りではいつも最初に咲く花山天文台の山桜も、先日の3月26日に開催された第66回花山天体観望会「太陽」の時にやっと開花したほどでした。この調子で行きますと、京都市内のソメイヨシノの開花は4月の初めと予想されますので、最近では珍しく、満開の桜の下での入学式という、昔懐かしい風景があちこちで見られそうです。

このように、今年の春はいつもよりゆっくりとやって来ましたが、鶯の鳴き声も、花山天文台にしっかりと戻って来てくれましたので、今年も折々の自然の変化に触れながら、天体観望会や講演会などを大いに楽しんで頂きたいと思っております。

まずは、初夏から盛夏に掛けて、以下のようなイベントを予定しておりますので、皆様方の積極的なご参加をお願い致します。

5月 3日(祝)： 第67回花山天体観望会「木星」(月齢7.0)

6月 4日(日)： 第10回通常総会、第19回講演会

7月29日(土)： 第68回花山天体観望会「土星」(月齢6.1)

8月 9日(水)～11日(金)： 第11回子ども飛騨天文台天体観測教室
(月齢17.1～18.1)

編集後記

今回は長編を2件載せました。そのひとつ「ガリレオのシリーズ」は今回で終わります。このような会員の皆様の独自の研究も含め、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・イラストなど投稿、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いいたします。

次号の原稿締め切り日は**6月10日**で、投稿に関しては、なるべくテンプレート(Word)を <http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/hosizora/astron.html> 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下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

やっと咲いた



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 3,000円
（学生）・入会金 1,000円 ・年会費 2,000円
- (2) 準会員 ・入会金 1,000円 ・年会費 2,000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

2017年3月31日発行

定価：400円