

*The Scientific Seiko*

No.42



大阪星光学院 天文部

# *The Scientific Seiko No.42* 目次

---

・はじめに	高 2 Y.	P.2
・8月末に行ったサイエンスツアーの感想	高 2 Y.	P.3
・光速と時間	中 3 T.	P.7
・月食・日食・金星食	中 2 K.	P.14
・流星群	中 2 S.	P.20
・ブラックホールの撮影	中 3 N.	P.23
・ベテルギウスについて	中 2 O.	P.25
・土星について	中 3 K.	P.32
・ニュートン式反射望遠鏡	中 2 O.	P.37
・系外惑星と第2の地球	中 3 Y.	P.45
・土星	中 2 T.	P.50
・すばる望遠鏡とダークマター	中 2 H.	P.55
・流星群	中 3 K.	P.59
・はやぶさ2	高 1 T.	P.63
・おわりに	高 1 T.	P.72

# はじめに

高校2年 A組 Y.

こんにちは。天文部部長(一応)のハ木です。この度は 2023 大阪星光学院スクールフェアに足を運び頂きありがとうございます。今回の SF では、2019 年の SF を最後に途絶えていた食品企画が復活し、ほぼ従来の SF が戻って来たと思うと嬉しい限りです。その中、天文部も毎年行っているプラネタリウムを今年も開催します。プラネタリウムはドームを作るのがとても難しく、毎年苦労しているのですが、部員の力をそろえてがんばります。今回の SF はどの学年やクラブ。団体も最高のものとなっていると思います。星光の SF の雰囲気や企画を是非楽しんで行ってください！

# 8月末に行ったサイエンスツアーの感想

高2A組 Y.

こんにちは。久しぶりに食事企画ありの、ほぼ従来のSFが帰ってきましたね。星光's オータムが帰って来たなと思わされる限りです。他の部員は、さぞためになるような天文の知識を書いてくれているだろうと思いますが、SF最後の年ということで、例年の部誌とはテイストを変えたことを書きます。それは、天文部とは関係なく、希望者生徒だけで行く「サイエンスツアー」というものに行った感想をここで共有させていただきたいなと思います。

## ①概要

今回は、つくば市の様々な研究機関や施設を巡りました。普段なら絶対に入れないような施設にも入ることが出来て、とても貴重な経験だったと思います。昨年度は神岡町の方へ行き、ニュートリノや素粒子について学びました。

## ①サイエンスツアーってどんな人が行けるの？

実は、サイエンスツアーは希望した人全員が行けるわけではないのです！なぜなら、毎年定員を超える希望者がいるからです。サイエンスツアーには選抜テストというものがあり、訪ねる予定の施設についての知識や用語がテスト範囲となります。興味がある人にしてみれば、そのテスト勉強はとても楽しいもので、ツアー前にもかかわらずワクワク感を得ることが出来ます(笑)

ちなみに、今年は少し合格点が低かったのですが、例年はとても倍率が高く、きちんと勉強しても選抜から漏れてしまう人が続出したそうです。それほど人気なツアーだということですね。



## ②なぜ行ったのか

僕は、高2から文系クラスに進んだ身なのですが、今回のサイエンスツアेに参加しました。なぜ、文系のあなたがバリバリ理系のツアेに参加したのですか、という疑問が出るのは不思議ではありません。だからそれにお答えします。僕は、「行けるものには行っとけ」精神で今回のツアेに参加しました。学校の力を借りて、個人では絶対にいけない場所に行けるのだから、自ら計画を立てる必要もありませんし、時間管理等も先生がある程度してくれるので、とにかく楽で仕方ないです。そのような夢のようなツアेには参加するしかないっしょ！！ということで、昨年に引き続き今年も参加しました。



## ③何を感じたか

今回のツアेで、さすがに何も感じずに帰ってきたわけではありません。たくさんのことを感じて帰ってきました。さまざまなしせつを巡ったのですが、共通して言えるなど感じたことは、その研究機関で働いている人は、自分が目指している目標に対して真剣に向き合って働いていらっしゃるな、ということです。特に、物質・材料研究機構では、質問したことに対して的確にお答えいただいたり、1つのことに対して本当にたくさんのこと話を聞いていただいたので、研究者ってやっぱりここまで賢いのだなあと感心させられました。

#### ④まとめ

今回のツアーのように、誰かと施設を巡るというのはとても良い相乗効果が生まれると思います。自分が気づいたことを共有し、それについて話し合うことで、理解がより深まったり間違っていた自分の知識が修正されるのです。また、現代人が年をとるにかけて失ってしまう「好奇心」を養い、様々な事柄を探求していく姿勢をもつことはとても大切なことだと思います。ぜひ、受験生の人は星光に合格して、サイエンスツアーワーに行ってほしいなと思います。あと、在校生の方で対象の学年の方は、来年度もし開催されるなら行ってみてはどうでしょうか？まず後悔することは無いと思います。

つくば中央公園(これは友だちからもらった写真)



つくば市内(いい感じの雰囲気だったので思わずカメラに収めてしまいました。)



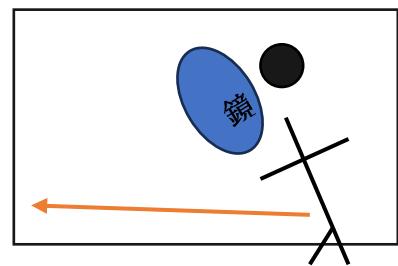
今回は、「時間」について、個人的に気になっていることを書かせていただくことにしました。ここでは、多くの人が気になっているであろう話題「タイムトラベル」についても触れさせて頂きます。

「時間」というと、「時間は時間だ」という人がいるかもしれません、時間にはもっと奥深い、おもしろい側面があるように思えます。今回の題名にした「ブラックホールと時間」は、アインシュタインによる「光速度不变の原理」から導かれた「特殊相対性理論(1905)」や「一般相対性理論(1915)」と関わりが深く、これらは意味の分からん話も多く出てくるのですが、(そのため、「衛生設計コンテスト」のネタの候補として考えていたのですが、そちらでは使いませんでした)非常に興味深い話です。この文章を読んで、時間のことなどに(さらに、天文部のこと)少しでも興味を持っていただけると幸いです。

## 1. 光速度不变の原理

皆さんは、恐らく学校で「光の速さ」を習ったことがあるでしょう。真空中では約 30 万 m/s で、一秒間で地球を七周半するという話もあります。正確には、299,792,458m/s (理科年表 2023) らしいですが、ここまで覚えて意味はないと思います。

大事なのは、これが「宇宙の制限速度」であるということです。そして、この速度を超えるものは(現在の物理学上) ありません。そこで、思考実験の天才ともいわれるアインシュタインはこう考えたようです。(真偽は不明ですが、一般的に言われていることです)



「もし、自分が鏡を持って光の速さで走ったら、鏡に自分の姿は映るだろうか。」(右上図)

自分が光速で走っていると、鏡も光速で動きます。顔で反射して鏡へ向かう光も光速で動きますから、光は永遠に鏡に追いつかないように思われます。

もちろん、実際にこのようなことをしようとしたら、無限のエネルギーが必要になるので(後で種明かしをします)、現実的ではないように思われますが、これが後に偉大な発見に繋がることになります。

### 問題 01

自分が鏡を持って、光速で走ったとき、鏡に自分の姿は映るか。

さて、結論から言うと、アインシュタインは、鏡に姿が映るはずだ、と考えました。そして、それを上手く説明するには次のようになっているはずだ、と考えたのです。

光の速度は、観測者および光源の状態に関わらず、同じ速度として観測される。

そして、これが正しいことも証明されており、この考え方は物理学の多くの分野で応用されています（というのも、古典力学だけでは説明のつかない現象が多くあるので…）。

これを使うと確かに先ほどの問題は解決します。もう少し具体的に言うと、

- i. 光源が動いていても、動いていない場合と比べて光の速さは一定である。
- ii. 観測者が動いていても、動いていない場合と比べて光の速さは一定である。
- iii. 光源と観測者がともに動いていても、ともに静止している場合と光の速さは同じ。

多くの方がここで気になったことでしょう。「なんでやねん」と。

iに関しては、音に関して言っても同じですので、これで分かるかと思います。ただし、人間の直感に反する面があるので、注意が必要です。

iiに関しては、説明するために「時間の進み方」について考える必要があります。

物体は、動く速さが光速に近づくにつれて、時間の流れが遅くなります。具体的には、速度 $v$

で動いている人の時間は、静止している人の時間に比べて  $\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$  倍 ( $c$ は光速) です。

少々分かりにくいかもしれませんので、具体例を出しましょう。光速の86.8%で動く物体にとっての時間は静止時の50%で、また、光速の94.3%で動く物体にとっての時間は静止時の33.3%，こういった仕組みです。

この話でいうと、3年のうちに地上では300年経過する竜宮城は、光速の99.995%で飛んでいたことになるようです。（Newton別冊・「時間とは何か」より）

iとiiが分かったので、iiiは何となく分かっていただけるでしょう。

ここで注意が必要なのは、「光速度不变の原理」は原理として置いたものですから、実際にアインシュタインが実験したわけでは無さそうです。ただ、この原理は、ヨーロッパ原子核研究機構(CERN)で1964年に加速器を使って行われた実験で実証されています。

---

### 解答 01

時間の進み方の差より、光の速さはどの観測者から見ても一定である。従って、鏡を持って走っている人からも光が光速（約30万m/s）で動いているように見えるので、走っている人に当たって反射し、鏡に向かう光は、鏡に追いつくことができる。

故に、鏡には姿が映る。

---

## 2. 光速より速く動く？

さて、ここまで、時間のことを光速を使って話してきましたので、光を追い越すことができると、考えてみましょう。とは言っても、先程物体が光速に達しようとすると無限のエネルギーが必要になると書きましたから、光を追い越すことは出来ません。これは何故でしょうか？

このことを考えるために、次の問題を考えてみましょう。

光の速さは、秒速で 299,792,458m ですが、何かの物体が加速して光速に近づくとどうなるでしょうか？

---

### 問題 02

物体が加速して光速に達することのないのは何故か。また、その間に何が起きているか。

---

この問題の鍵になるのは、やはり「時間」です。光速に近づくにつれて、時間がゆっくり流れようになります。また、時間がゆっくりになるため、(圧縮されて) 質量が重くなります。すると、加速するのにより多くのエネルギーが必要になりますので、加速しにくくなります。

この結果、光速に達するには無限のエネルギーが必要になるので、物体は加速しても光速に達することはないとと言われています。これら辺の話は、皆特殊相対性理論と深い繋がりがあります。

つまり、問題 02 の答えは次のとおりです。

---

### 解答 02

物体が加速して光速に近づくとき、時間の流れが遅くなり、圧縮されるために、質量が重くなる。そして、加速するのに要するエネルギーが多くなり、最終的に光速に達するには無限のエネルギーを必要とする。ゆえに、物体の速度が光速に達することはない。

---

速度の変化によって起こることはこれだけではありません。少々話がずれますが、例えば「レッドシフト（赤方偏移）」などがそうです。

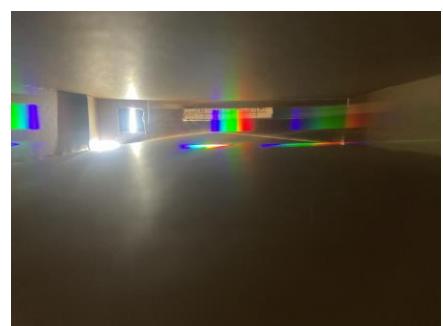
この話をする前に、少々「光の波長」の話をしましょう。光の波長に関しては、高校の物理の教科書に載っていますが、要は光の色は波長で決まるんですね。人間が目で見ることのできる光は「可視光線」と呼ばれ、波長はおよそ  $0.4\mu m$  から  $0.7\mu m$  程度です。そして、波長の長い方から順に、

赤→橙→黄→緑→青→紫

といった順番で、赤外線や紫外線は、それぞれ可視光の波長から見て赤の外、紫の外にあるのです。また、色々な波長の光を含む太陽光のスペク



トルなどを見ると、イメージしやすいと思います。また、段ボールと黒い画用紙、偏光フィルムを使って分光器を作成



できますので、それを空に向けると実際にスペクトルを見ることができます。左の段ボールの箱は、じつはその分光器です（直接太陽には向けないで下さい！）。そして、右の写真（白黒でも分かっていただけたと幸いです）は、偏光器を使ってLED灯の撮影をしたものです。

レッドシフト（赤方偏移）の話に戻しましょう。一言で言うと、ドップラー効果と同じです。観察者から遠ざかる光源が発する光の波長は伸びて、赤い方向（red）にズレて（shift）います（redshift）。逆に、観察者に近づく光源が発する光の波長は縮んで、青っぽい色（blue）にズレる（shift）現象もあります（青方偏移、blueshift）。宇宙は膨張していますから、殆どの天体は地球から遠ざかり、その結果、特に遠方からの光はレッドシフトを起こして地球に届きます。これを用いて発見されたのが、「宇宙マイクロ背景放射」です。

この話をしたら、今あなたは「それは光の速度が観測者の動きによって変わることを示すのではないか」と思ったかもしれません。あなたが言うことには、誰にとっても光の速さは同じであれば、光源と観測者の相対的な速度によって波長が変わることはない、と。これに関しては結構ややこしいかもしれません、分かってしまえばeasyです。

音の高さを決めるのは、振動数で、単位はHzです。これは、音が縦波（疎密波）であるからです。振動数とは、1秒間あたりに何回振動するかですから、波に対して平行でない向きに動くと、振動数が変わります。一方で、光は縦波であり、光の色を決めるのは波長（単位は主にμm）です。こうなると、光が引き延ばされている感じなんですね。つまるところ、音と違って時間は関係ないから、というわけです。

以上、レッドシフトについて、また、音のドップラー効果と光のドップラー効果の違いを説明させていただきました。まあ、この辺までが直感的な説明でしたが、光のドップラー効果を正確に定義するためには、すばらしき相対性理論に深く触れることになりますから（この話だけで本1冊出版できるレベルの話です）、今回はここら辺で止めておくことにします。さて、次の話題は、SF（スクールフェアではなくサイエンスフィクション）でよく出てくる、タイムトラベルの話です。

---

### 旧約聖書と科学

大阪星光学院がカトリックの学校なので、少しだけ書いておきます。旧約聖書「創世記」には、天地創造についての記述がありますが、これは「この世界が何のために作られたのか」という間に答えるものです。出来た順番は、光→空→陸と海→天体→水に棲む動物や鳥→地上に棲む動物や人間→み業の完成（安息）という順番です。この順番に、天体が出来た後に地球の陸と海ができたとか、多少の違いはありながらも、大きくは間違っていないのです。どう思いますか？

---

### 3. タイムトラベルは可能？

最初からこれを読んで下さっている方は、そろそろ疲れて来た頃でしょう。あなたが今座っている椅子から立って、背伸びしてリラックスする。こうしたら、次のページを見てよろしい。今、あなたの体の重心は、地球の中心から数十 cm 離れました。だから何だ、と思うでしょう。だいぶ前ですが、こんなニュースがありました。東京スカイツリーを用いて、地上とスカイツリーのてっぺんで時間の進み方を比べる実験です。この結果は、てっぺんのほうが僅かに時間の進み方が速かった、ということです。詳しくは、地上と比べて 1 日に  $\frac{4}{1,000,000,000}$  秒だけズレるようです。

これは、アインシュタインの一般相対性理論を証明する形になります。一般相対性理論によると、重力の大小で時間の進む速さが変わり、重力が大きい方が時間はゆっくり進むことになります。時間がゆっくり進むと、ある特定かつ共通の未来が来るのが早くなる（ようと思われる）わけです。（誰も気づかないレベルですが、つまり同一の時間軸で寿命が伸びるということです。）

これを使うと、未来へのタイムトラベルが可能ではないでしょうか？

ここで、タイムトラベルの話を本格的に始めましょう。

タイムトラベルとは、そもそもなんでしょうか？

---

#### タイムトラベル

SF 小説などで、時間の流れを超えて過去や未来へ旅すること。時間旅行。タイム-トリップ。  
(スーパー大辞林)

一般的には、未来へのタイムトラベルと過去へのタイムトラベルを考えられます。近年ほど確実だとされているのは、「未来へのタイムトラベルは出来る」ようです。過去へのタイムトラベルが可能かどうかについては、現在でも色々な議論があり、まだ分からぬようです。

未来へのタイムトラベルができる方法を、いくつかご紹介しましょう。

---

##### (方法 1) 加速による時間の進み方の変化を使用する

光速近くで動いたら、時間の流れがゆっくりになりますから、例えば高速で動く被験者が 1 秒経ったと思っていたのに、実際には 2 秒経っていた、というようなことが起こり得るのです。この方法で、未来へタイムトラベルできますね。但し、戻ってくることはできませんから、注意が必要です。

##### (方法 2) 重力と時間の関係を利用する

宇宙船に乗って、例えば非常に重力が大きいブラックホールのすぐそばを通る方法です。一般相対性理論によると、重力とは空間の歪みですから、勿論時間の進みも変わる（この場合ゆっくりになる）ことになります。これを使ったら、未来にタイムトラベルできます。ただ、こ

の方法では、ブラックホールに引き込まれるなどの危険がありますから。実行するには注意が必要です。

---

ここで、この内容を疑った人がいるかもしれません。ですので、具体例を載せておきましょう（基本的に、質量のある粒子を光速に加速させるには、無限のエネルギーが必要です）。たとえば、 $\pi$ 中間子（大気中で宇宙線の陽子と原子核が衝突して発生）の崩壊により生じる $\mu$ 粒子（ミューオン）は、 $\frac{1}{500000}$ 秒で崩壊するとされています。この寿命では、光速で動いても600mしか進みません。しかし、この粒子は光速近くの速度で動いていますから、特殊相対性理論によって時間がゆっくり流れ、寿命が伸びる。そうすると、未来にタイムトラベルすることになり、600mではなく6000mほど進むことができるのです。その結果、地上でも $\mu$ 粒子を観測することができるようになります。

今紹介した方法では、過去に戻ることはできません。なぜなら、時間の動く速さが変わっても、時間が逆戻りするわけではないからです。もしそんなことが起こると、時間軸がひっくり返るのでエントロピー増大の法則も、フレミングの左手の法則もすべてがぐちゃぐちゃになるし、そんなことは考えたくありません。これによると、どうも過去へのタイムトラベルは出来ないらしい、というのが1つの説であり、この考え方には多くの人が賛同しています。

一方で、過去へタイムトラベルできるという説もあります。その具体的な方法というのは、ワームホールを使用するやり方です。

---

### （方法3）ワームホールを活用する

2つのワームホールのセットのうちの片方を（方法1）によってタイムトラベルさせます。このとき、例えば地球上で20年経ったときに、片方では20年、もう片方では10年しか経っていない、といったことが起こり得るのです。このとき、もう片方のワームホールに入ったら、10年前の世界に戻ることができるはずである。このように、ワームホールを使った方法では、過去に戻ることができるという説があります。

ただし、実際には、通ったときにすぐワームホールが崩壊するとか、人間が通るサイズに拡張できないとか、ワームホールをタイムトラベルさせたところでそれぞれの間で時間がずれることはないとか、色々な説があり、果たしてこれが実現できるのかは謎です。

---

今これを読んで、あなたはきっと、「ワームホールなんて無いだろ」と思ったことでしょう。しかし、これが超ミクロなサイズではありますが、存在し得るんです。ただ、サイズが小さすぎて、これは意味の分からんことばかり起きる量子力学のような分野で扱う話かもしれません。さて、私がここでワームホールが「存在する」と書かずに「存在し得る」と書いたのには意図があります。原子レベルに小さいワームホールは多数できているといわれており、別に珍しいものではないのですけれども、これらは非常に不安定であるため、一瞬で消滅してしまいま

す。つまり、何らかの方法で人間が通れる大きさに拡張して、さらに安定させることができたら、これはタイムマシーンとして使用できる可能性があるのです。

まだワームホールについてよく分からぬかもしれません。2次元空間（直交する軸が2つ）において、空間（面）として、リンゴの表面を思い浮かべてください。あなたはこの面上（2次元）を自由に動き回れます。次に、リンゴに穴が空いたらどうでしょうか？反対側の面までショートカットすることができますね。これがワームホールのイメージです。M理論によると、この世界が10次元とか、最大だと26次元あるとかいう説もありますから、そのような世界におけるワームホールは、このリンゴの例えが拡張されたものと思ってください。

ただし、仮にワームホールを使用した過去へのタイムマシーンが出来るとすると、過去を変えられることになりますから（SFの中ではよくある話です）、そうなると宜しくないという反論もあります。だから、結局は過去へのタイムトラベルはできない、そういう話もありますが、これに関してはまだ正確なところは分からぬものですので、非常に興味深い話の一つだと思います。将来の研究に期待したいですね。

・初めに

2022年の終わりに、月食が起こったのを覚えていますか？

### ☆月食

月が地球の影に隠れてしまう現象のことで太陽が月の影に隠れる日食よりも頻度が高い

そんな月食ですが、通常は「皆既月食」と言って月の一部が隠されることが多く、完全に隠れることは滅多にありません。



### 太陽→→地球→月

～今回のような完全な月食は実に3年ぶりで、とても珍しい物となっています～

・月以外にも…

隠される星は太陽や月以外にもあります。特に有名なものは「金星」です。

「金星食」と呼ばれるこの現象は約25~40年周期に起こる物で金星が太陽に隠れることがあります。

### ☆金星食

# 金星→太陽→→→地球

このような星が隠される現象の周期は計算することができます。

まず中学入試の問題でもよく出題される「金星食」の周期計算から始めてみましょう。地球は約 365 日で公転します。ですが地球よりも太陽系の内側にいる金星の公転周期は約 288 日となっています。

## ☆月と金星で違うところ

月と金星で大きく異なるところは惑星か衛星かというところで、月は地球の衛星なのでいつも（ほぼ）同じ近さで周りを回っているのに対して金星は見る時期によって地球との距離が変化するために、ある時は一等星のように大きく見えたり、またあるときは六等星よりも小さくなって見えなくなったりします。

～ちなみにも～

次の金星食は 2063 年 5 月 31 日となっています。

今が 2023 年なので、40 年後僕が 54 歳の時になります。さらに金星食は観測域がとても小さいために、日本で見れたとしても沖縄県のみのように限られた地域でしか見られないということもあるため、僕は生きている間に見るのは難しかな…



上の写真は日本望遠鏡工業会が撮影された物です。

写真にもあるように、金星食が白昼に起きています。これが金星食の観測の難しいと

ころの二つ目で金星食は実は昼にも起きる可能性があります。

そうなってくると、専用の望遠鏡が必要になり素人にはできません。

ですが、晴れていると(快晴である必要があるかもしれません)双眼鏡のような固定のしにくいものでも、低い倍率で空を見ていると見つかることがあります。

次の金星食の際に是非試してみてください。

## ☆日食

日食とは

日食は太陽が月に隠されて、昼なのに暗くなるという現象です。

基本的には月食よりも頻度は少なく、見る範囲が都道府県単位ぐらいには狭いので東京で起きても大阪では起きないというようなことも起こります。

日食の見る範囲が限定される要因として月が太陽よりも小さいことが理由とされています。他にも太陽と月は進行方向（地球絡みた時）が反対になっているので早く日食が終わってしまい、時間的にも制限されていました。日食は太陽が月の影に隠れることで起こりますが、

その月が地球よりも小さいために、地球に映る影が小さくなり必然と見る範囲が狭くなってしまいます。日食は月食と違って見る範囲は狭いですが、いくつかの種類に分けられます。それが部分日食、皆既日食、金環日食です。

日食はこの3つに分けられます。

### 1. 部分日食

これが一番メジャーな日食で文字通り、部分的に太陽が隠されることです。

日食の見る範囲の中の多くは部分日食になっています。



このように、三日月のようになることが多いです。

日食自体がとてもレアな現象であり、残りの2つは見る範囲が狭すぎるのでこの日食を見ることが多いです。

最近では 2011 年に北海道の一部で部分日食が見られました。北海道は広いために一部の地域に限定されていましたが、日の出の頃に部分日食を見れました。

## 2. 皆既日食

先ほどの月食と同じようにこの日食は太陽が完全に隠されてしまう現象のことです。皆既日食が見られたのは 2009 年(ちょうど僕が生まれた年)に屋久島や種子島の南部の一部とその周辺の島で見ることができました。

次は 2035 年に関東の方で見られるようです。

このように皆既日食は範囲がとても狭く、見るのも難しいです。

ですがその地域にいると一瞬夜になったかのような体験をすることができます。



## 3. 金環日食

金環日食はちょうど月が太陽を隠しきれずに、ドーナツ型に太陽が見える（中に月の影ができる）現象のこと指します。

この日食については最近と言っていいのかはわからないくらい前ですが有名なものがあります。

2012 年の『奇跡の金環日食』と呼ばれるものだ。

この金環日食のどこがすごいかというと見れる範囲が日本に被りすぎていて、大阪



や名古屋、東京といった主要な都市の全てで見ることができ、日本の人口の約 7 割が見れたと言われています。

次の金環日食も見れる日は近いが（2030 年）北海道で起こるために大阪に住んでいる人はなかなか厳しいです。

#### ・まとめ

日食や月食、金星食などは星が星に隠される現象のことで、中々見れるものではないですが、生きていく中で一回は見るチャンスはあると思います。僕も去年の 11 月は家族と 2 時間くらい月を見ていました。星は寿命あるものでいつどんなことが起こるかはあまり分かっていません。

月食の時は月が赤く光って見える。

太陽の光が反射するためです下の画像も色はわかりませんが実物は赤くなっている



僕は流星群について書くことにします。

僕がテーマを流星群にした理由は、2023年の中の天文イベントを何気なくみていたところ流星群という言葉がたくさん出てきて、恥ずかしながら流星群とはどのようなものなのかあまりよく知らなかったからです。

2023年の11月12月の二ヶ月間だけでも流星群の極大（期間中で最も多くの流星が見られる時間帯のこと）は獅子座流星群とふたご座流星群の2回あります。

### 流星群とは？

流星群は、ほとんどが地球が彗星によって残された破片の跡を通過する時に発生します。流星群とはその宇宙塵（0.1ミリから数ミリ程度）のちいさな粒子が地球の上層大気に入り、大気との摩擦で燃え尽きた時に空に残す、明るい光の筋が集まってできたものです。流星とは要は流れ星のことです。流星群の数は毎年異なっています。

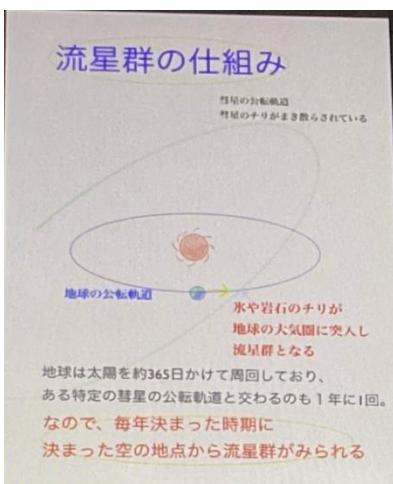
流星群の名前には放射点（流星が飛び出す中心にある点）が位置する星座の名前がつけられています。

彗星とは本体の大きさが数キロメートルから数十キロメートルのとても小さな天体です。

成分の8割が水（氷）の状態です。

### 流星群の仕組み

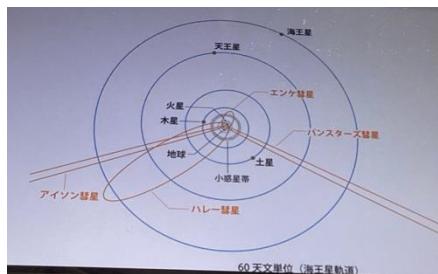
流星群は毎年ほぼ同時に出現します。その理由は、以下の図の通りです。



どうやら彗星の軌道上に塵の集合体があり、そこが地球の公転軌道と重なっていると

いうことのようです。

地球は太陽の周りを 365 日かけて 1 公転していますが、ある特定の彗星の公転軌道と交



わるのも年に 1 回だそうです。（ちなみに彗星の公転軌道はさまざまで、ほとんどは橭円のような形をしていますが、放射線などのものもあるそうです。公転軌道が放射状のものは太陽に近づくのは一度きりで 2 度と戻ってこない彗星です。）ちなみに有名なハレー彗星は軌道が思ってたよりも小さかったです。

### 色々な流星群

毎年安定して見ることができる 3 大流星群があります。

1 しぶんぎ座流星群 1 月上旬

条件が良ければ一時間に 50 から 60 個の流星が見られる場合がありますが、年によって大きく異なります。極大が続く時間が六時間と短いです。

2 ペルセウス座流星群 8 月中旬

2023 年（文化祭の時にはもう終わっています。）は火球（流星の中で特に明るいもの）（ちなみに厳密な基準はないそうです。）も見られるそうです。

3 ふたご座流星群 12 月の上旬～中旬

ふたご座流星群は 3 大流星群の中で最も流れ星の数が多いと言われています。

ちなみに今年（12 月 14 日極大）はちょうどふたご座流星群の時期がちょうど新月であることや冬で空気が澄んでいることもあります。条件が良ければ、一時間に 150 個もの流星を見ることができます。（条件が悪ければどうなるのか知りませんが・・・、まあ晴れることを祈っています。）

### 流星群をもっと楽しむために

注意点（皆さんに天文観察を楽しんでいただきたいので、僕が知らなかったものを中心に書いておきます。）

1 肉眼で観察する。 双眼鏡などで観察すると見ることのできる範囲が大変狭くなって

しまい、見つけたいものが見つけにくくなります。

2.15分くらいは待つ。 目が暗さになれるのに 15 分ぐらいかかるので根気強う待ちましょう。

3 寒さに注意する。冬でも夜はとても冷え込みます。夏でも上着は持って行った方が良いでしょう。僕は上着を忘れてとても寒かった記憶があります。

最後まで読んでいただきありがとうございました。

## 参考文献

国立天文台ホームページ <https://www.nao.ac.jp/astro/basic/meteor-shower.html>

<https://spaceboy1346.com/?p=601>

<https://www.study-style.com/seiza/meteors/Perseids.html>

2019年4月10日、世界六カ国の望遠鏡によって世界で初めてブラックホールが撮影されました。また、2022年5月12日、天の川銀河中心のブラックホールの撮影に初めて成功しました。今回はブラックホールの撮影方法を通して、ブラックホールの驚くべき姿を紹介したいと思います。

ブラックホールは強い重力を持っているため、光さえも吸い込まれてしまいます。そのため真っ黒で私たちの肉眼では見ることができません。ではどうやって撮影したのでしょうか？

ブラックホールは光だけでなく全てのものを吸収してしまいます。その中に含まれているガスが吸い込まれる時、とても高い高温になります。その時にブラックホールのシルエットが浮かび上がり、ブラックホールが映し出されるということです。

世界で一番最初に撮影されたブラックホールはおとめ座銀河星団の楕円銀河M87の中心に位置する巨大ブラックホールで、このブラックホールは、地球から5500万光年の距離にあり、その質量は太陽の65億倍にも及びます。「イベント・ホライズン・テレスコープ」という国際協力プロジェクトチームが撮影しました。

イベント・ホライズン・テレスコープは、世界中の電波望遠鏡をつなぎ合わせて、圧倒的な感度と解像度を持つ地球サイズの仮想的な望遠鏡を作り上げるプロジェクトです。イベント・ホライズン・テレスコープは長年にわたる国際協力の結果であり、インシュタインの一般相対性理論で予言された宇宙のもっとも極限的な天体を探る新しい手段を研究者たちに提供します。なお今年は、一般相対性理論が歴史的な実験によって初めて実証されてから100年の節目の年に当たります。

また、イベント・ホライズン・テレスコープは、超長基線電波干渉計（Very Long Baseline Interferometry: VLBI）という仕組みを用いています。世界中に散らばる望遠鏡を同期させ、地球の自転を利用して、地球サイズの望遠鏡を構成します。今回イベント・ホライズン・テレスコープが観測したのは、波長1.3mmの電波でした。VLBIにより、イベント・ホライズン・テレスコープは解像度20マイクロ秒角という極めて高い解像度を実現できました。これは、人間の視力300万に相当し、月面に置いたゴルフボールが見えるほどです。

今回、撮影に使った望遠鏡は

- ・APEX（チリ）
- ・アルマ望遠鏡（チリ）

- ・IRAM30m 望遠鏡（スペイン）
- ・ジェームズ・クラーク・マクスウェル望遠鏡（米国ハワイ）
- ・アルフォンソ・セラノ大型ミリ波望遠鏡（メキシコ）
- ・サブミリ波干渉計（米国ハワイ）
- ・サブミリ波望遠鏡（米国アリゾナ）
- ・南極点望遠鏡（南極）

の合計8個で、世界六カ国にあります。  
得られた生データの合計は数ペタバイト  
にもなり、これらはドイツのマックスプランク電波天文学研究所とアメリカのマサチューセッツ工科大学ヘイスタック観測所に設置された専用のスーパーコンピュータで処理されました。ブラックホールの撮影は全世界が協力して成功した共同プロジェクトと言えるでしょう。



## ベテルギウスについて

中2A組 O.

2019年秋から暗くなり始め、変光を繰り返しているオリオン座のベテルギウスについて書いてみたいと思います。

### ベテルギウス（和名：平家星）

別名：オリオン座 $\alpha$ 星・オリオン座58番星・メンカブ

和名の「平家星」は、オリオン座のベテルギウスとリゲルを源平合戦にちなんだ紅白に由来するもの

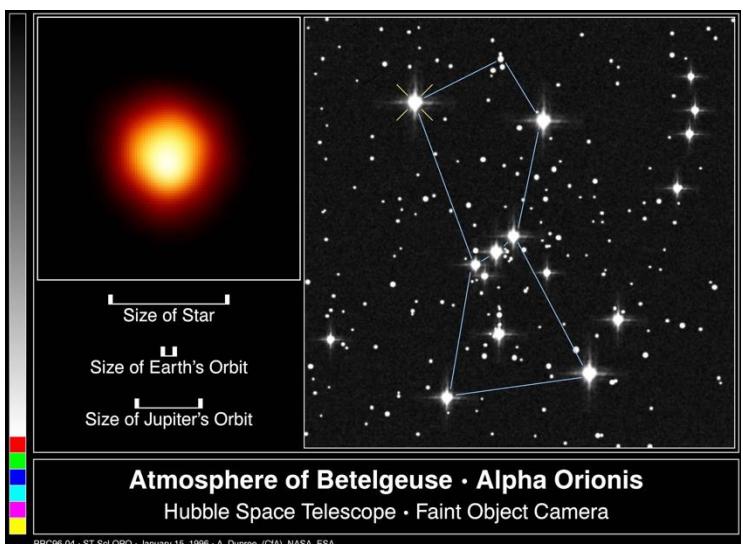
距離：約642光年

質量：太陽の約20倍

半径：太陽の約1400倍

光度：0.0等から1.3等

周期：2335日+430日



PRC96-04 - ST Scl OPO - January 15, 1996 - A. Dupree (CfA), NASA, ESA

## ① ベテルギウスとは（基本情報）

狩人・オリオンの右肩に位置するベテルギウスは、全天21ある1等星のうちの1つで、冬の大三角です。明るく赤いため、市街地のような明るいところでも、見つけることができます。また、表面温度が低く赤い星で、半径は太陽の1400倍もある上、恒星本来の明るさが太陽の数千倍以上であることから、赤色超巨星という分類になります。よく知られている赤色超巨星の例として、さそり座のアンタレスなどが挙げられます。また、赤色超巨星のうち、質量が太陽の十倍以上のものは超新星爆発の後に、ほとんど中性子から成る中性子星かブラックホールになると考えられています。

ベテルギウスは晩年を迎えた恒星の終末期の星であると考えられています。恒星の多くは晩年を迎えると外層が大きく膨脹し、表面温度が低下し赤くなりますが、ベテルギウスはすでにその段階に達しており、年齢でいうと800万歳から1000万歳ぐらいになります。太陽の年齢が50億歳であるこ

とと比較すると、年をとっているように思えないかもしれません、恒星は質量が大きいほど寿命が短く、太陽の 20 倍もの質量を持つベテルギウスの寿命は約 1000 万年で、その生涯の 9 割を過ぎたと見られています。このような大質量星は、一生の最後に大爆発を起こすと考えられているところから、超新星爆発が迫っていると話題になりますが、それは明日かもしれないし、10 万年後かもしれません。あくまでも天文学的なスケールで言うとまもなくということになるようです。

## ② ベテルギウスの減光

ベテルギウスが暗くなっていることですが、実はベテルギウスはもともと 0 等から 1.3 等の範囲で明るさが変わる変光星です。星自体が膨張と収縮を繰り返して明るさが変わる脈動変光星であり、星の中心部で水素が燃えつきて、星の一生が終わりに近づいて不安定になったものと考えられています。

このタイプの変光星でとても有名な天体は、くじら座の中で心臓部分に位置するミラである。変光範囲は 2~10.1 等とされています。そういったことから、ベテルギウスの明るさが変わること自体は珍しいことではなく、2006 年にも 1.2 等ほどまで暗くなっています。

では、なぜ減光が話題になっているかといえば、今回は、減光幅が非常に大きく、1.5 等を下回るほど暗くなっているからです。普段の明るさが 0 等台であることを考えると、1 から 1.5 等でも暗いことになります。もはやその輝きは 1 等星のものではなく、隣に輝くオリオン座のベラトリコス (1.64 等) やふたご座のカストル (1.58 等) と同等の明るさまで落ちてしまっていることになります。ただ、1945 年頃にもベテルギウスは同様の減光を起こしています。ただ、その原因は明らかになっていません。

ベテルギウスの変光理由として考えられるものとしては、自転や内部からの対流によるホットスポットの生成、表面付

近で生成されたダストによる掩蔽などがあります。分光観測から酸化チタン分子による吸収が深くなっていることが確認されており、これはベテルギウスの表面温度が低下していることを示しています。恒星の明るさは半径の 2 乗に比例し、表面温度の 4 乗に比例するため、温度の寄与は大きいことになります。今回の減光については酸化チタンによる吸収と表面温度の低下が減光の直接的な原因と考えられていますが、根本的な理由はまだ分かっていないのが実情になります。

ベテルギウスが晩年を迎える、いつ超新星爆発を起こしてもおかしくない星であることから、2019 年の減光がその前兆であると話題になりましたが、その可能性は全くないとは言い切れないものの、小さいというのが多数の天文学者の見解のようです。ただ、今後の継続した観測が重要であることは間違いないなく、ベテルギウスの明るさの変化は確認していく必要があると考えられています。

③もしもベテルギウスが超新星爆発をしたら…

もしベテルギウスが超新星爆発をした場合、その明るさは満月と同じ程度、あるいはそれを超えるくらいになると言われています。また、輝き出す瞬間には赤色のベテルギウスが青白い色になり、青白く光っている状態が 3~4 ヶ月続きます。その後は徐々に暗くなり、4 年後には肉眼では見えなくなるそうです。超新星爆発をすると、星の中心部から光と共に大量のニュートリノが放出されますが、光は周囲のガスと、構成要素が作用し合って星の外へ放出されるのに時間がかかります。ニュートリノはほとんど作用することないため、光より早い段階で宇宙空間に放出されるのです。光と異なりニュートリノは重さを持っているため、光速では進めません。だからといって決して遅い訳ではなく、光速に近い速さで地球へ向かい、光が届く約 3 時間前には地球へ到達します。岐阜県神岡市のスーパーカミオカンデをはじめとした場所で地球に到達したニュートリノを受け取ることで、超新星爆発がはじまったことが伝えられます。僕たちもベテルギウスが輝

き出す瞬間を目撃できるかもしれないのです。

想像できないほどのスケールで変化する天体。その変化を  
目撃できるかもしれないと思うとますます宇宙や天体のこと  
を知りたくなります。

※赤色超巨星…直径が太陽の数百倍から千倍以上あり、明る  
さは数千倍以上ある恒星のこと。

※掩蔽（えんぺい）…観測者と観測している天体 A の間を他  
の天体 B が通過する際に、観測している天体 B を隠す現象。

## 参考文献

天文マニア養成 マニュアル、月刊 天文ガイド、天文学辞典、  
Wikipedia

# 土星について

72期中学3年Dクラス K.

僕は、これから、土星について書こうと思います。なぜ土星を選んだかというと、どうも木星に比べて影が薄そうであり、(完璧に主観)衛星の数が太陽系一に躍り出たのも知名度がほぼない(自分調べ、自分の学年の友達に聞いた結果)というのをショックに思ったからです。また、今年の冬まで見ごろかつある程度の明るさがあっても空が開けていたら見えるだろうと思うからです。

## 1 データ

英語名 **Saturn**

太陽からの平均距離 9. 5549 (\*1) 天文单位 (14億2940万キロメートル)

公転周期 29. 458年

赤道半径 6万キロメートル (地球の9.4倍) (\*2)

体積 745倍 (地球比)

質量 95倍 (地球比)

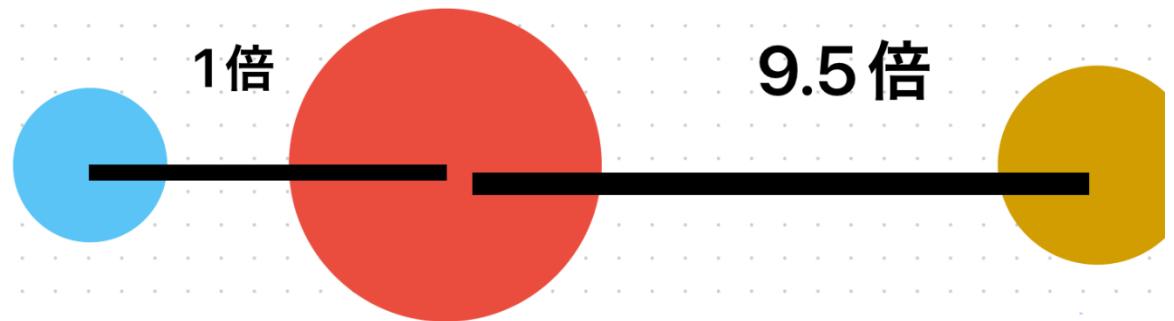
(\*1) 天文单位とは

地球と太陽の距離が1と置くという定義、(距離です。) 9.5天文单位とは土星と太陽の間の距離が地球と太陽の間の距離の  
9.5倍あるということあります。

**地球**

**太陽**

**土星**



(もう少し品質を上げたい)

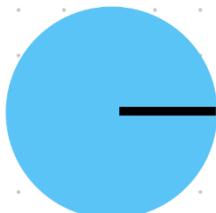
赤道半径とは (\* 2)

赤道の半径。赤道面（天体を赤道で切った面）（スイカとかのイメージ？）

が円（完全ではないが、）の半径となっています。

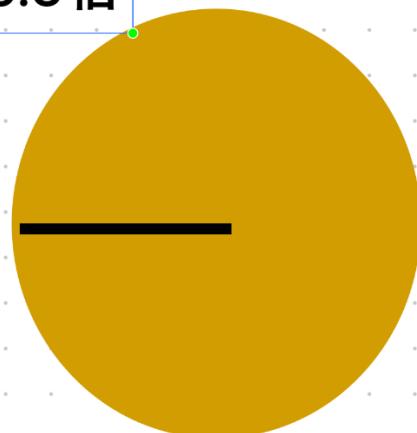
**地球**

**1倍**



**土星**

**9.5倍**



(上からみた図)

## 2 自分なりに興味があること

- ① 土星の研究に大きく貢献した探査機「カッシーニ」について



カッシーニ (Cassini-Huygens) は、アメリカ航空宇宙局 (NASA) と欧州宇宙機関 (ESA) によって開発され、1997 年に打上げられた土星探査機です。

### 有名な成果

土星の衛星「タイタン」に雨や川などが存在することが分かった。(太陽系では地球以外にない。というか見つかっていません。)

人類史上地球から最遠の場所に探査機ホイペンスプロープを着陸させた。あの有名な輪と土星の間の空間を通り、その構造が明らかになった。

### そのほかのコメント

最近、土星の探査はあまりされていない。(ぼうえんきょうならいくらでもしている、)

(2026 年に NASA がドラゴンフライという探査機を送る予定、JAXA (宇宙科学研究所) も協力予定) ので、別に完全にストップしているわけではないようです。

しかし、どうしても最近経費削減であまり遠くに行かないのではないかと思ってしまいます。

土星の新衛星が多数見つかっていることです。カナダのブリティッシュ・コロンビア大などの国際チームは、土星の衛星を新たに 62 個発見し、合計で 145 個になったと発表しました。これまで最多と考えられていた木星の 95 個を抜き、太陽系で最も衛星の多い惑星になったと説明しています。

とのことで、最小のもので直径2.5キロメートルの衛星も見つけたようです。紺回、発見されたのはいずれも「不規則衛星」と呼ばれ、傾いた楕円（だえん）の軌道を持ち、もともとは別の天体に由来するもので、過去に土星の軌道に捉えられたと考えられています。チームによると、145個のうち121個が不規則衛星だということです。

僕は、このことを聞いて、木星の衛星も去年今年と20弱個増えているのを見て、現代の天体観測技術の発展と木星と土星の重力の強さを学びました。

### 3 あとがき（と反省）

僕は今回去年の水星に続いて惑星シリーズとして今回は土星をしてみました。去年の部誌はかなりやらかしていたので、（同じとこ2回コピペなどなど）去年のNO. 41 参照 なので、自分の意識がはっきりしている23時までに終わらせるように努力したつもりです。なお締め切り前日。

天文部の大先輩で1月に部誌を書き終わるという素晴らしい先輩がいらっしゃるようなので、来年は、見習おうと思いました。

### 4 参考文献リスト

アストロアーツ 2023-2024 土星と木星

<https://www.astroarts.co.jp/special/2023saturn/index-j.shtml#:~:text=%E5%9C%9F%E6%98%9F%E3%81%AF%E5%A4%A7%E3%81%8D%E3%81%95%EF%BC%88%E7%92%B0,%E3%81%8C%E5%AD%98%E5%9C%A8%E3%81%97%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82>

土星の基本情報 自宅の電子辞書の ニッポニカ 2014年版 ブリタニカ 2016年版

カッシーニについて ファン！ファン！JAXA！の記事

<https://fanfun.jaxa.jp/topics/detail/10722.html>

タイタン探査船ドラゴンフライについて JAXA

<https://www.isas.jaxa.jp/missions/spacecraft/developing/dragonfly.html>

衛星の数 読売新聞オンライン <https://www.yomiuri.co.jp/science/20230515-OYT1T50169/>

# ニュートン式反射望遠鏡

73期 中2B組 O.

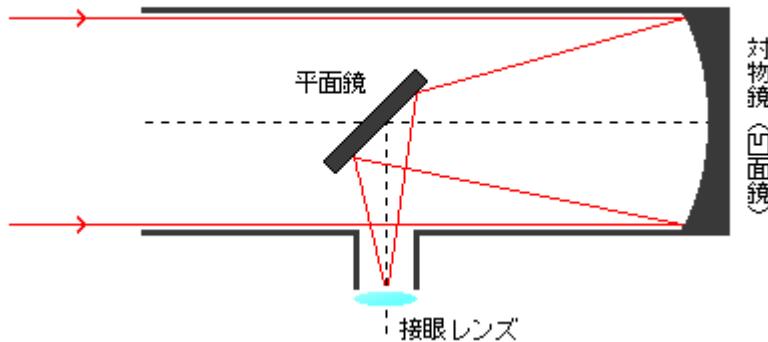
## 1、はじめに

みなさんは天文台に行ったことはありますか。また、自分の望遠鏡はもっていますか。この世の中の望遠鏡は大きく分けて屈折望遠鏡と反射望遠鏡に分類されます。今回はその反射望遠鏡の仲間に入るニュートン式反射望遠鏡についてしようかいします。

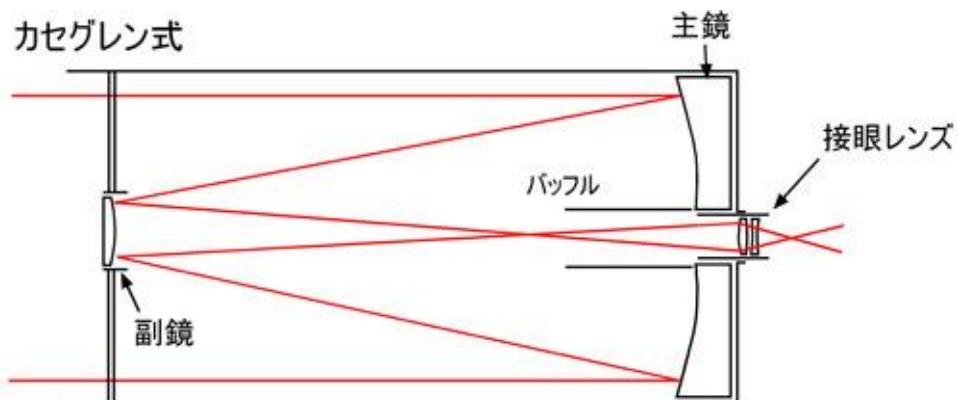
## 2、ニュートン式反射望遠鏡と反射望遠鏡について

まずニュートン式反射望遠鏡と一般的な反射望遠鏡「カセグレン式」のちがいについてせつめいします。この二つの大きなちがいは接眼レンズがどこにあるかです。

## ニュートン式望遠鏡の構造



このようにニュートン式反射望遠鏡は鏡筒の真ん中あたりに接眼レンズがあります。しかし反射望遠鏡は対物鏡のところに接眼レンズが存在しています。



この二つを比べると観測をするとき北極星に望遠鏡が向

いてるときは反射望遠鏡の方が接眼レンズの位置が低くて見えるがニュートン式では高くなってしまって足場がないと届かない。このことから反射望遠鏡「カセグレン式」の方が使い勝手がいい。実際に天文台などの多くは普通のカセグレン式になっている。



そこでニュートン式反射望遠鏡のある天文台を探してみました

### 3 , ニュートン式反射望遠鏡のある天文台

#### 岡山天体物理観測所

ここは 188 cm {国内最大級、世界 7 位} の望遠鏡がありニュートン式、カセグレン式、グーデ式の三つが交換可能だそうです。3 つを使い分けている理由は、焦点距離にあるそうです。

それぞれが得意としている使用用途は

ニュートン式

→広視野を観察する計量装置

クーデ式

→姿勢変化を嫌う超精密観測装置

カセグレン式

→その他

です。

このことから接眼レンズが中途半端なところにあるりゆうがわかりました。では、このニュートン式はいつ作ら

れたのか歴史を見ていきましょう

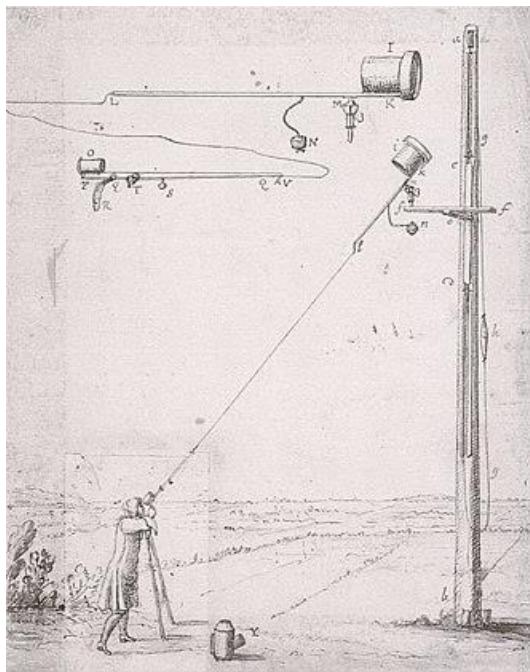
## 4、ニュートン式の歴史

アイザック・ニュートンによって考案され 1668 年に第一号機が製作され、当時、ケプラー式よりも性能が良くて好評となり、その後 広く普及することになった方式の望遠鏡である。

### 考案の理由

アイザックニュートンは色収差の補正が不可能であると考えて、屈折望遠鏡に未来はないと判断し、反射望遠鏡の開発に取り組み、凹面主鏡と、傾いた斜鏡の組み合わせによる望遠鏡を発明した。

その後 1722 年になってジョンハドリーが口径 15cm 焦点距離 150cm を製作時使われていた口径 15cm、焦点距離 40m の空気望遠鏡と同じ性能を持っていると実証されたため、この後反射望遠鏡が非常に発達した



空気望遠鏡



ニュートン作



岡山天文台

## 5, まとめ

今回は反射望遠鏡の中には様々な種類がありそれぞれが焦点距離が違いようとちがうことがわかりました。ぼくの家にあるのはカセグレン式でとても使いやすくなぜニュートン式はあんなところに接眼レンズがついているのだろうと思っていましたがしっかりとした理由があっておもしろかったです。またきかいがあったら屈折望遠鏡も調べたいです。長い間読んでくださってありがとうございました。

引用元 Wikipedia

<http://www.oao.nao.ac.jp/public/>

<https://www.wdic.org>

<https://www.city.asahikawa.hokkaido.jp/science/02/d054380.html>

[https://main-ryutao.ssl-lollipop.jp/telescope\\_type.html](https://main-ryutao.ssl-lollipop.jp/telescope_type.html)

# 系外惑星と「第二の地球」

中 3B組 Y.

太陽系の中で「地球」という星は液体の水があって、生命がある。そんな生命がある星、具体的には地球のような太陽系外の惑星が最近発見されている。系外惑星について、発見までの道のりや生命が存在できる環境、候補の星の紹介などをかく。

## I、系外惑星について

### I-1 系外惑星発見まで

昔から数々の研究者が見つけようとしていたがうまくいかず、1995年8月にこれまでの研究の最終報告として、「太陽系以外に惑星は存在しない」と発表された。

しかし、この2ヶ月後の10月、スイスの研究者マイヨールと彼の学生のケローが人類で初めて系外惑星「ペガスス座51番星b」を発見した。この星の愛称は“Hot Jupiter”で、驚きなのは公転周期が4.23日であった。ただこの星は恒星のすぐそばでとても熱く、大気が膨張し流出してしまっている。対抗馬の主な研究チームらのその動向を簡単に下にまとめておく。

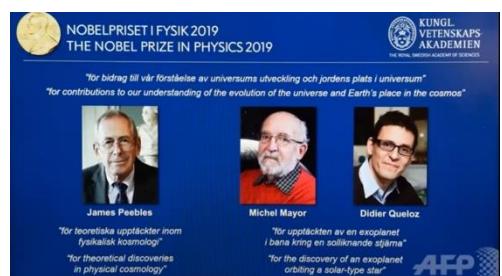
- Cambell&Walker(カナダチーム): 1978年に現在主流の観測方法()のアイデアを提案  
21個観測したが発見できず(で終わりではなく、後年にうち2個が惑星認定された)
- Latham(アメリカチーム): 1989年に恒星の周りを回る天体を検出するも、連星かどうかの判別がつかなかった。(のちに惑星認定された。)
- Marcy&Butler(本命のアメリカチーム)木星のように太陽系の星くらいの公転周期(木星は12年)であろうという先入観が仇となり、7年間で60個星を観測するもデータ解析をしておらず先手を取られてしまった。(ちなみに60個中4個が惑星として認められた。)
- Mayor&Queloz:一発で惑星を観測し当てた。(下図:2019年ノーベル物理学賞。右の2人)

系外惑星は現在(2023年9月)で5500個程度  
(詳細は不明だが5000超は確実)発見されている。

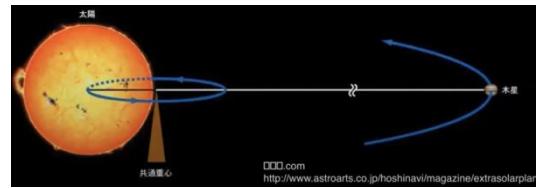
### 1-2 系外惑星発見の手法

惑星はとても見えにくい。観測法は大きく分けて2つ。

- (1) 間接的にみる…アストロメトリ法、視線速度法、トランジット法、重力レンズ法



・アストロメトリ法: 恒星と対応する惑星は共通の重心を持っている。(これはつまり、太陽系に例えると「地球が太陽の周りを回る」ということ。それの厳密な説明 右図も参照してください。)



なので、惑星が公転することによって恒星が揺られされ、ずれる。(参考文献に書いてある動画の 24 分あたりを見ればわかりやすいです。) その変化を観測するという方法。

発見数…0(これは地上望遠鏡では観測困難であるため)

・視線速度法(ドップラー法): 恒星が観測者に近づいたり遠ざかったりすることでドップラー効果が発生(光も波の一種であるから音と同じように起こる。)し、私たちが見る星の色が周期的に変化することで、恒星の速度の変化を観測する。またこの方法は、ドップラー効果の程度の大きさから惑星の質量もおおよそ求まる。またこの周期は惑星の公転周期であるとわかる。

とても画期的だが、マイナス点…中心星に近く、質量の大きい惑星が発見しやすい。

1995 年の最初の発見から数年間、多くこの方法が用いられた。

・トランジット法: 惑星が恒星の前を通過する際に恒星を隠すことで明るさが変化する。(派手にいうと日食、月食状態)これが周期的に起こると分かれば、惑星発見(?)

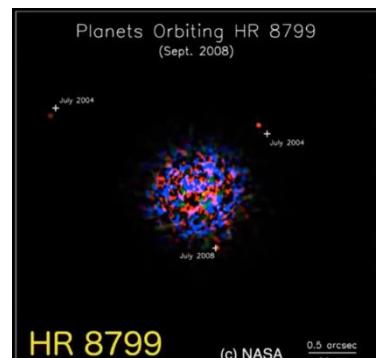
メリット…惑星のサイズが求まる(単純に面積比で) 視線速度法の質量計算の結果を組み合わせたら惑星の密度まで求められる(つまり、星の構成成分がわかる) 分光観測(プリズムとか入ってるやつ)によって大気の成分まで求められる。これを応用した“Secondary Eclipse”という研究もある。気になる人は調べてみてください。

初めてトランジットが観測された系外惑星“HD 209458b”では大気成分の観測、表面温度の観測、さらに、のちに水、メタン、二酸化炭素も確認された。

・重力レンズ法(「重力レンズ効果」は聞いたことがある人も多いと思います。AINSHUTAIN の一般相対性理論の中で、「重力で周囲の空間が歪み、その空間を直進する光線も結果として曲がる」効果のこと。説明が大雑把なので詳しくは調べてください。僕も詳しくは知らない。)

: 重力レンズ効果により、ある構成の前を惑星(別の恒星)が横切ると恒星からの光が曲がって増強される。デメリット…検出確率が低く、1 回きりの観測しか行えない。

(2) 直接みる…惑星と中心星の光を分離し、惑星を直接撮像する



2008年にももう成功しているが数は数十個程度(右図:成功例“HR8799”)

系外惑星発見がこれだけ進んだのは、紛れもなく宇宙望遠鏡「ケプラー」の成果である。宇宙では大気がないため、それによる揺らぎなどがなくなる。

## 2、「第二の地球」について

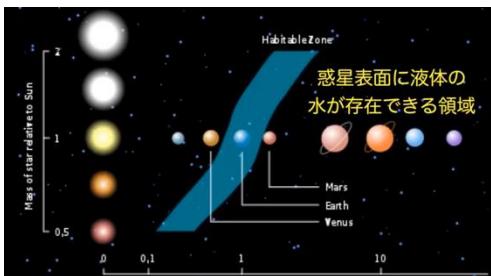
2-1 生命が存在できる条件(注:これから出てくる温度表記は全て摂氏で表します。)

そもそも、我々地球の生命と違う宇宙人みたいなものはここでは考えられないので、地球型の生命であるという前提にこの話は進める。

最初に考えるのは「水」「酸素」くらいだろうか。まず、水はやはり必要である。水には他の物質にない大きな4つの特徴がある。

(1) 氷(固体)が水(液体)より軽く浮く (2) 液体でいられる温度の範囲が大きい (3) あらゆる物質を溶かし込む (4) 極性分子である(中学で習う(?))

(2) の説明 生物を安定させる液体の最もらしい候補はアンモニアやメタンなどが他にもあるが、それらは $-33^{\circ}\text{C}$ (標準的な大気圧のもと)以上では気体になる。一般に  $10^{\circ}\text{C}$  下がれば化学反応の速度は2分の1倍になるから。地球のような生物発達の過程が、地球の寿命(くらいの時間)に間に合うかどうかは明らかでない。



(4) の説明(中学で習います。わからない人は飛ばしてください)は書いたら長いから簡単に書きます。要するに水が細胞膜を形成するから水中が安定でいられる、ということ。

実は太陽系の中でも水が存在する星は火星、木星の衛星エウロパなどが発見されている。また、液体の水が存在できる恒星からの適度な距離

である範囲を「ハビタブルゾーン」“Habitable Zone”という。(上図参照)

水は水素と酸素でできているが、そのほかに大事な元素が二つ。それは「炭素」と「窒素」である。(そのもう一個下のレベルに硫黄、リン、などがある)上の4つは電子を1、2、3、4個得るまたは失う化学反応によって電気的安定が得られる、最小の原子である。(強い化学結合が作れる)

あとは、生物の根幹「呼吸」を行うには地球を包む「大気」が不可欠になる。大気関連で二つ

- (1) 大気を十分に含んでいられる質量を有する必要がある。また、小さい惑星は地面の下に眠っているエネルギーを速く失ってしまう。
- (2) 大気を均等に行き渡らせるための自転の速さ

また、地球は磁石だから方位磁針が…と話はよく聞きます。この性質も星の内部の鉄と自転によって発生させていて、恒星風（恒星から噴き出されるガスのこと）の対策になっている。

## 2-2 地球に似た惑星、「ケプラー-1649c」

ニュースに取り上げられていたニュースもありましたが 2023 年 9 月で最新の系外惑星ニュースは 2020 年（月日は出てこなかった）Andrew Vanderburg 氏らがケプラーの観測結果（トランジット法）から系外惑星「ケプラー-1649c」を発見した。下に基本情報をまとめておく。



場所	はくちょう座の方向に 300 光年先
直径	地球の約 1.06 倍
公転周期	約 19.5 日
平衡温度	マイナス 59~19°C

地球と似ている点は以下のようなどころである。

- ・大きさ 発見されている系外惑星の多くは直径が地球の 4 倍程度のものが多い。このような星は地球は重力が大きく大気を取り込みすぎて木星のようにガスの塊となってしまう。
- ・光 この惑星が受けている光の量は地球が受け取る太陽光の 75% であるからケプラー-1649c の表面温度が地球に似ていることが示唆されている。

今までほどちらか一方しか地球に似ていなかつたがこれほどに似ているのはケプラー-1649c のみである

実は以前からケプラー-1649c の周囲には「ケプラー-1649b」という別の惑星が報告されていた。これも地球とほぼ同じ直径（地球の約 1.02 倍）と見られているが、公転周期は約 8.7 日と短く、ハビタブルゾーンを割り込んでいる。また、今回見つかった「ケプラー-1649c」と「ケプラー-1649b」の公転周期の比が 9:4 の整数比に近いことから、ケプラー-1649b と 1649c は重力で相互作用した結果生じる軌道共鳴の状態にある、と考えられている。（軌道共鳴とはこれらが整数比に近くなること。太陽系では海王星に対して冥王星がなど太陽系外縁天体の一部が「3:2」の共鳴関係にあることが知られている。）ただ、軌道共鳴は 2:1 や 3:2 といった比率に落ち着くことが多い、9:4 は珍しい比率である。そこで研究チームはケプラー-1649c と 1649b の間に未発見の系外惑星が存在していて、3:2 の軌道共鳴が二組分、全体では 9:6:4 の関係にあるのではないかと予想した。

もしこの予想が正しければ、約 13 日で公転する 3 つ目の系外惑星が見つかるかもしれない。そこで改めてケプラーの観測データがチェックされたが、3 つ目の系外惑星の存在を示す発光

は確認されなかった。

問題:下線部より何法を用いてケプラーで観測したでしょう。上の説明を読んだらわかります。  
(答えは最終章へ)

#### 4、まとめと少し感想

太陽系以外に惑星はあるのか?というところからトランジット法、ドップラー法を(特に 2010 年代以降)ケプラーを用いてたくさん発見された。その中で我々人類、その他地球の生き物が生息する星には四元素が必須かつ水は液体状態である、などがあり、今「第二の地球」として一番名の上がるケプラー 1649c やその他…などいろいろあるが本当に人類が移住することを考えるなら火星が現実的である。

1 章の系外惑星発見歴史の研究チームについて書いているときに、やっぱり「運はつきもの」であると思った。あとは先入観にとらわれるのも良くない。というのはよく分かった。(合宿で先輩が「みアホ」がいい=誰も思いつかないような先入観にとらわれないことを思いつく人が成功するんだ、とおっしゃっていました。) 「軌道共鳴」ということばは初めてきいた。

上の問題の答え:トランジット法

参考文献:「京都大学 新入生向け:プレ講義 理学への招待『物理学:系外惑星に第二の地球を探す』佐々木 貴教(理学研究科 助教) 2020 年 4 月 22 日」(youtube)

「1. 生存可能条件 Habitable Planet の形成と進化」

「“水”~水、生命そのものとしての存在」

NASA が発見! 第 2 の地球「ほぼ地球みたいな惑星」が衝撃的すぎた(youtube)

# 土星

中 2 B組 T.

## 土星とは

土星は英語で Saturn (サターン)、サターンはローマ神話の農耕神サターンに由来しています。太陽系では 2 番目に大きな惑星で、平均半径は地球の 9 倍ですが、密度が地球の 1/9 程度なので質量は地球の 95 倍程度です。

(土星が地球と同じ密度だったら 9 の 3 乗より 730 倍程度) 土星の内部は鉄・ニッケル・シリコン・酸素の化合物である岩石からなる中心核があり、その周りを金属水素（水素が圧縮されて金属的性質を持つようになったもの）が厚くおおっています。中間層には液体の水素とヘリウム、その外側はガスが覆っています。金属水素層（中心核にの周り）で生じる電流は磁場を作り出しており、それは地球の磁場よりも若干弱いです。風速は

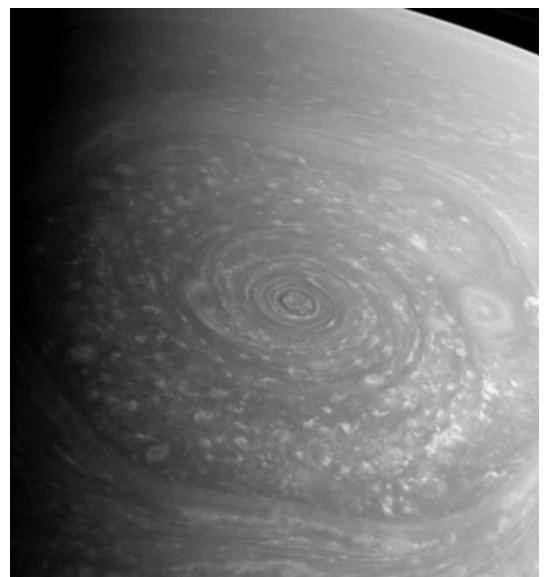
1800km/h に達しています（ちなみに海王星は 2100km/h）。土星の環（わ）は、9 つが主要なリング状で、3 つが不定的な円弧です（これはほとんどが氷の小片で岩石の破片や宇宙塵（宇宙空間に分布する 1mm 以下の固体の粒子）も含まれています。土星には 146 個の衛星があって、63 個に固有名詞がついています。

## 謎の六角形

（土星の六角形の雲 wikipedia より 撮影日 2012.11.27 ）

→

土星の大気に北極を取り囲む固定的な六角形の波紋があり探査機ボイジャーが撮影した画像から 2006 年に発見されました。これは土星の内部部分が自



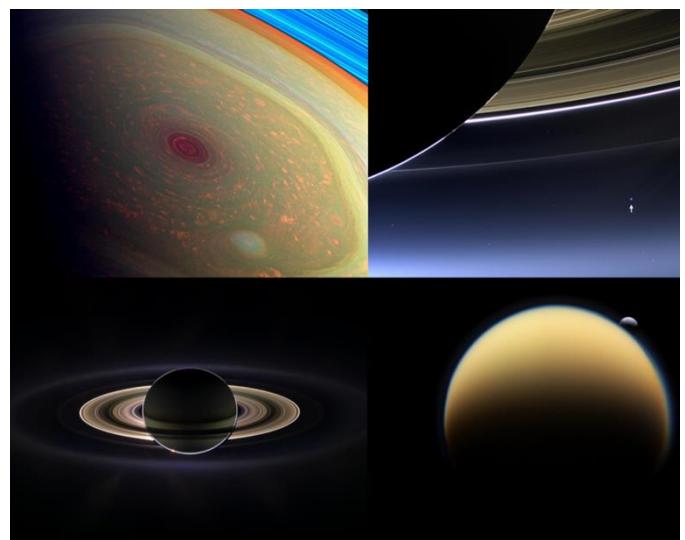
転する速度と同じ速度で回転しています。この構造についてはさまざまな憶測がありますがまだはっきりとはわかつていません。

## カッシーニの功績

カッシーニは探査機ボイジャーの後輩機です。先輩機が残した謎を解くために 1997 年に打ち上げられました。7 年後土星軌道に投入されて史上初の土星の人工衛星となりました。

(カッシーニが撮影した写真) →

土星最大の衛星タイタンは分厚い雲に覆われています。ボイジャーはその下に何があるか見ること



ができなかったですが、カッシーニは雲を透過できるレ

ーダーを積んでいました。そこで雲の下を調べたところなんとメタンの湖がありました。そこにはメタンの雨が降り、メタンの川が流れ、メタンの湖に注いでいました。カッシーニには欧州宇宙機関が開発したホイエンスいうタイタン着陸機が便乗していました。2004年12月24日、ホイエンスはタイタンの大気に突入し、ゆっくりとパラシュートで降下しながら観測を行いました。すると川や湖岸と考えられる地形が写っていました。さらに、エンケラドスという衛星で大きな発見をしました。分厚い氷の下に地底の海があり、氷の割れ目から塩水が噴き出していたのです。カッシーニがその成分を調べると、その中に水素が混じっているので、海底に熱水噴出孔が存在することがわかりました。地球でも熱水噴出孔で生命が生まれたのではないかと言われているのです。エンケラドスはメタンの海があったタイタンと共に地球外生命の発見が最も期待される星になりました。

## グランド・フィナーレ

カッシーニは生命が存在するかもしれないタイタンやエンケラドスに衝突してしまうとカッシーニに付着した地球の微生物がこれらを汚染してしまうかもしれない。「自己消滅」することになりました。それを「グランド・フィナーレ」と言います。2017年9月15日、カッシーニは土星大気に突入し僅かに残された燃料を振り絞ってアンテナを地球にむけ、土星大気のデータを送り続けます。そして、機体は破壊されてその破片は美しい流れ星となって土星の空に消えていきました。

[土星 - Wikipedia](#)

<https://ja.m.wikipedia.org/wiki/%E5%9C%9F%E6%98%9F>

【号外】土星の空に消える探査機カッシーニの壮絶な最期

<https://koyamachuya.com/column/voyage/61781/>

# すばる望遠鏡とダークマター

73期中2B組 H.

## 0. はじめに

アメリカハワイ島のマウナケア山頂にある「すばる望遠鏡」が最新鋭の観測機器を使った新たな観測を来年から始めます。これにより「暗黒物質（ダークマター）」の謎にも迫れると言われています。ここでは

- ・「すばる望遠鏡」とは？
- ・「暗黒物質」とは？
- ・「新たな観測」とは？

について紹介します。



## 1. すばる望遠鏡とは？

国立天文台がハワイ島マウナケア山頂に設置した望遠鏡です。



なぜハワイ島マウナケア山頂なのかについての理由は大きく分けて3つあります。

- ① 標高4200mに位置しているので地上の天候に左右されにくく、晴れの日が多い。
- ② 貿易風がハワイ諸島上空を滑らかに吹いているため山頂まで雲がほとんど来ない。
- ③ 近くに大きな都市がない為、観測を妨げる人工光がほとんどない。

これらの理由から、ハワイ島マウナケア島が選ばれたのです。

特徴として主鏡の大きさが8.2mもあることから、とても強力な集光力を兼ね備えていることがわかります。どれくらいの集光力なのかというと…

人の視力に換算すると1000以上にもなり、例えば、富士山頂に置いた硬貨を東京から見分けられるようなくらいなんだそうです。

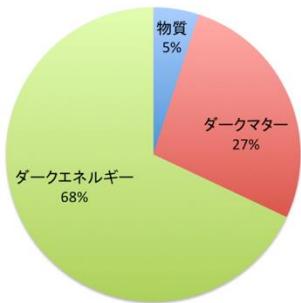
望遠鏡の先端に3tもの巨大なカメラが設置されていることで、他の大型望遠鏡に比べ

て圧倒的に視野が広くなっています。

## 2. 暗黒物質（ダークマター）とは？

陽子や中性子など、人間が観測することのできるものではない、未知の物質のことです。

その割合は、普段僕たちが目についている物質（人間が観測できる物質）は5%に止まり、ダークマターが27%、ダークエネルギーが68%となっています。



- 
- |                     |
|---------------------|
| ダークマターとダークエネルギーとの違い |
| ダークマター              |
| →特徴が少し明らかになっているもの   |
| ダークエネルギー            |
| →全くわかっていない正体不明のもの   |
| (そのものの特徴がわかっていないもの) |
- 

ダークマターの特徴として挙げられるものは3つあります。

1 電荷を持っていない 2 重さがある 3 安定している

この3つ以外はダークマターについてわかっていないません。

ではなぜ、ダークマターの存在がわかったのでしょうか？その理由としていくつかはあります、ここでは2つ紹介しておきます。

① 涡巻き銀河の回転速度を測定したところ、内側と外側で回転速度が同じだった

（普通は内側ほど重力が強い為、回転速度が速くなるはず）

ということは、宇宙には星の10倍もの重さのある何かがあるはず

これが「ダークマター」と呼ばれるものになっています

② 非常に重い物質（重力が大きい物質）があると光が曲がるという「重力レンズ効果」

からもダークマターの存在を表す証拠が得られています。

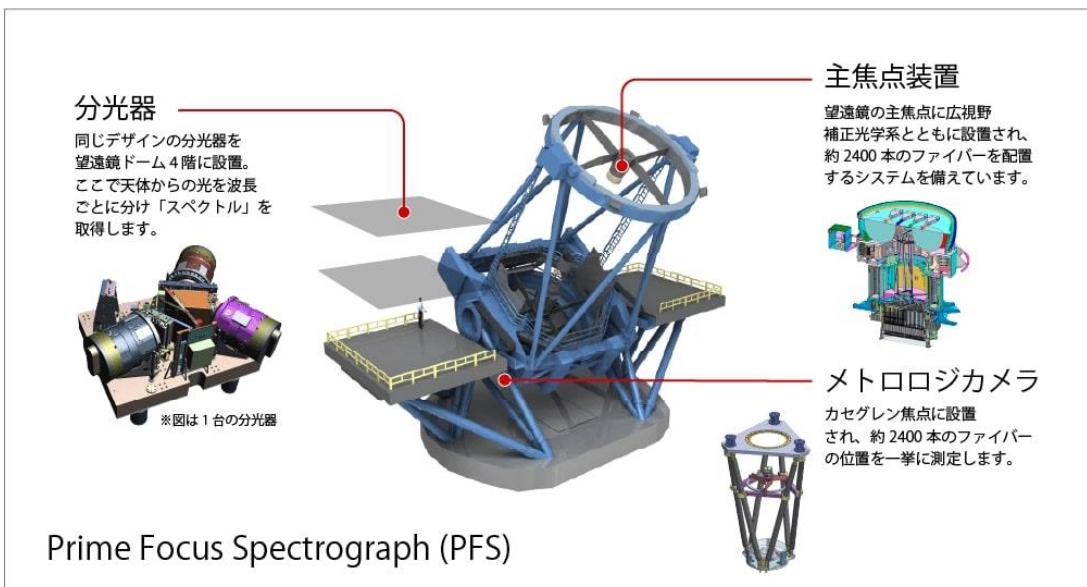
ダークマターと宇宙の成り立ちとの関係について見てみると、初期の宇宙で起きたわずかなゆらぎからダークマターの密度にむらができ、密度の濃いところは重力によってダークマターが引き寄せられていき、次第に人間の観測できるチリやガスなども引き寄せられ、星や銀河ができたと考えられています。これがダークマターと宇宙の成り立ちとの関係です。

## 3. 新たな観測とは？

すばる望遠鏡では、来年から最新鋭の観測機器を使った新たな観測がスタートします。すばる望遠鏡を大改良して行われる一大プロジェクトです。この新たな観測の目的はダークマターの謎に迫ることです。ダークマターの正体を暴くのにはいくつかの方法があります。

- ① ダークマターは未知の素粒子からできている可能性が高いので、この素粒子の痕跡を探し出すこと。だが、直接検出することは難しい為、他の原子などと作用してできた痕跡を探したり、原子同士を超高速でぶつけて新たな素粒子を作り出して探す方法
- ② 宇宙を見渡すことによって、ダークマターの分布や物質量を調べる方法。

すばる望遠鏡は②の方法を使ってダークマターの謎に迫ろうとしています。そのため



に、すばる望遠鏡に取り付けられるものは PFS（超広視野多天体分光器）というものです。②の方法を行うには星の個“星”情報（動きや年齢、距離など）を測る必要があります。そのためにプリズムで光を波長ごとに分け、その強度を調べることが欠かせません。しかし、これまでこの作業を行うには望遠鏡が天体を一つずつ、多くても数十回に一回しか調べることができませんでした。（これこそ天文学的な時間がかかる…）しかし、PFS を使うことによって、一度に 2000 以上の天体を観測することができます。これと、すばる望遠鏡の強力な集光力と圧倒的な視野の広さを掛け合わせることで、作業効率は従来と比べて 100 倍になり観測に数百年はかかるだろうと言われていたものが 5~6 年で終えられるようになりました。

これにより観測した銀河の中でのダークマターの密度や分布がわかるほか、遠く約300万もの銀河を観測することでダークマターの分布をまとめた宇宙地図を作ろうという計画も進んでいます。また、宇宙がどういう終わり方をするのかについても予測できるかもしれません。

#### 4. 参考文献

すばる望遠鏡

<https://subarutelescope.org/jp/about/>

すばる望遠鏡 | 国立天文台（NAOJ）

<https://www.nao.ac.jp/research/telescope/subaru.html>

ダークマターとは-XMASS 実験

<https://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/xmass/darkmatter.html>

朝日新聞 8月8日付朝刊

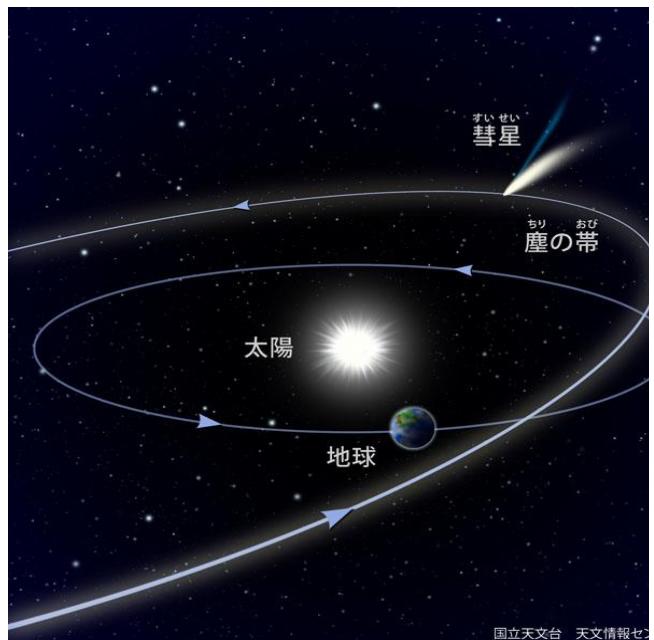
# 流星群

72期中3C組K.

## 流れ星、流星群とは

流れ星とは、宇宙空間にある直径1ミリメートルから数cm程度のチリの粒が地球の大気に飛び込んで大気と激しく衝突し、高温になってチリが気化する一方で、大気や気化したチリの成分が光を放つ現象です。

彗星がこのようなチリの粒を軌道上に放出していく、チリの粒の集団は、それを放出した彗星の軌道上に密集しています。彗星の軌道と地球の軌道が交差している場合、地球がその位置にさしかかると、チリの粒がまとめて地球の大気に飛び込んできます。地球が彗星の軌道を横切る日時は毎年ほぼ決



まっているので、毎年特定の時期に特定の流星群が出現するのです。

このとき、地球に飛び込んでくるチリの粒はみな同じ方向からやってきます。それぞれのチリの粒はほぼ平行に地球の大気に飛び込んできますが、それを地上から見ると、その流星群に属している流れ星は、星空のある一点から放射状に飛び出すように見えます。流れ星が飛び出す中心となる点を「放射点」と呼び、一般には、放射点のある星座の名前をとって「〇〇座流星群」と呼ばれます。

## 流れ星の出現数

流星の出現数は、流星群の放射点が地平線付近にあるときには、チリが大気にななめから飛び込んでくるためにチリの数は少なく、流れ星はほとんど出現しません。流星群の活動の活発さが変わらないと仮定すると、放射点の高度が高くなるにしたがって流れ星の出現数は多くなります。

## 三大流星群

### 【1】 しぶんぎ座流星群

出現期間 12月28日～1月12日

極大 1月4日ごろ

極大時1時間あたりの流星数 45

1年の最初を飾る流星群です。三大流星群のひとつとして数えられているものの、流れ星の出現数は年によってかなり差があり、どのくらい流れるか予想するのが難しい流星群でもあります。

### 【2】 ペルセウス座流星群

出現期間 7月17日～8月24日

極大 8月13日ごろ

極大時1時間あたりの流星数 40

年間でも常に1・2を争う流星数を誇ります。条件がよい時に熟練した観測者が見ると、1時間あたり80個以上の流星が観測

されます。極大の時期がお盆の直前なので、夏休みなどの時期と重なり多くの人が注目しやすい流星群です。

### 【3】ふたご座流星群

出現期間 12月4日～12月17日

極大 12月14日ごろ

極大時1時間あたりの流星数 45

毎年ほぼ一定して、多くの流れ星が見られるという点では、年間最大の流星群と言えるでしょう。条件の良いときに熟練した観測者が観測すると、1時間に100個程度の流れ星を観測することも珍しくありません。

## 最後に

これを読んで、流れ星や流星群に興味をもって頂けた方が少しでもいれば幸いです。先程の三大流星群の他にも様々な流星群があるので、ぜひ一度調べて、流れ星を見てみてください。

# はやぶさ 2について

高1 T.

## 0.はじめに

この文章を書いているときはまだ中3なのですが名前の前の学年(ここ↑)を書いたときに“もう高校生か～”と勝手に感慨に浸っております。(どうでもいい)  
さて、前回私は初代はやぶさについて書かせていただきましたが、今回はタイトルの通りはやぶさ 2について書かせていただきます。その前に、今回の部誌を読んでいただくにあたって前回の内容から一部を引用させていただきます。

## はやぶさとは

2003年5月9日に打ち上げられ、2005年9月中旬から11月下旬にかけて小惑星イトカワ(以後イトカワ)で観測し2010年6月13日に地球へ帰還した小惑星探査機なのです。

## 目的

本格的なサンプルリターン探査に必要な技術の実証

小惑星探査に必要な技術の実証

- ①イオンエンジンをメインに使い、惑星間を航行する
- ②自律的に接近、着陸する
- ③微小重力下でサンプルを手に入れる
- ④カプセルを直接大気圏に突入させ、サンプルを回収する

## 小惑星を目指す訳

小惑星を調べると、惑星や小惑星の材料や、惑星が誕生した頃の太陽系星雲内の様子を知る手がかりが手に入る

早く本題に入りたいのでイオンエンジンの説明は省略させていただきます。(結構せっかちなんです)(どうでもいい)

## 1. はやぶさ 2 とは

とりあえずJAXAのホームページに書かれていることを引用すると

“「はやぶさ」後継機として小惑星サンプルリターンを行う小惑星探査機”であります。

それではこんなことが頭に浮かんできませんか?

“はやぶさも小惑星に行ったのだったらはやぶさが調査した方がはやぶさ 2 を作るコ

ストも削減できて良いんじゃないの？”（関西人なのに標準語を使ってしまっている……）  
それは違うんです。

それを説明するにはまず、小惑星の種類について説明しなければなりません。  
小惑星には様々な分け方がありますが今回はスペクトルによる分類で3種類に分けて説明していきます。」※スペクトル：複雑な信号や情報（光など）をその成分に分解して配列したもの。詳しくは↓を参考してください。

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B9%E3%83%9A%E3%82%AF%E3%83%88%E3%83%AB>

## AB

- ・C型小惑星…黒い炭素質の天体
- ・S型小惑星…ケイ素質（岩石質）の天体
- ・X型小惑星…アルベド（天体の外部からの入射光に対する反射光の比）の情報が得られない天体

以上の3種類（厳密にはもっとあるがここでは割愛）の中で初代はやぶさが探査した小惑星イトカワはS型、はやぶさ2が探査した小惑星リュウグウはC型です。

異なる2種類の小惑星を調べることで惑星の起源だけでなく地球の海の水の起源や生命の原材料をも研究することが出来る。

これが先ほどの疑問に対する回答です。

## 2. 初代はやぶさからの変更点

前回の私の部誌をお読みくださった方や当時（2003年頃）初代はやぶさのニュースを追いかけていた方はご存じの通り初代はやぶさは多数のトラブルに見舞われたため、2代目であるはやぶさ2は前回（初代はやぶさ）の反省を生かして改良された点があったのでそれをご紹介いたします。

### ① 初代はやぶさで発生したトラブル

まずは前回書かせていただいた部誌の中から初代はやぶさのトラブルの箇所のみ再掲させていただこうと思います。

さらっとこんなに色々あったんやーぐらいに思っていただけると幸いです。

日時(日本時間)	出来事	その他
2003 11/4	観測史上最大規模の太陽フレアに遭遇 太陽光パネルが回復不可能な劣化を生じる	イトカワの到着予定が3ヶ月延びた。
2005 11/4	1回目のリハーサル降下	700mまで接近したところで

		軌道を外れ始めて中止
11/12	3回目のリハーサル降下	探査機の投下、着陸に失敗
11/20	1回目のタッチダウンに挑戦	約30分間着陸したが地球では気づかず離陸した 離陸の衝撃で埃が回収された可能性
11/26	2回目のタッチダウンに挑戦	1秒間着陸→イトカワから 離脱燃料の漏洩が判明 この影響で姿勢が大きく乱れる
11/28	通信が途絶	翌日にLGAによる低速度通信が回復
12/7	着陸の失敗の可能性が高いと発表	2回目のタッチダウン時に 弾丸の発射を中止したこと がわかり、サンプリング(サンプルを手に入れる)が できていなかった可能性が高い
12/8	機体がみそり運動を開始 キセノンガスでも姿勢が回復できなかった 通信が途絶	みそり運動：こける前の 独楽のような動き みそり運動の原因は特定されていない

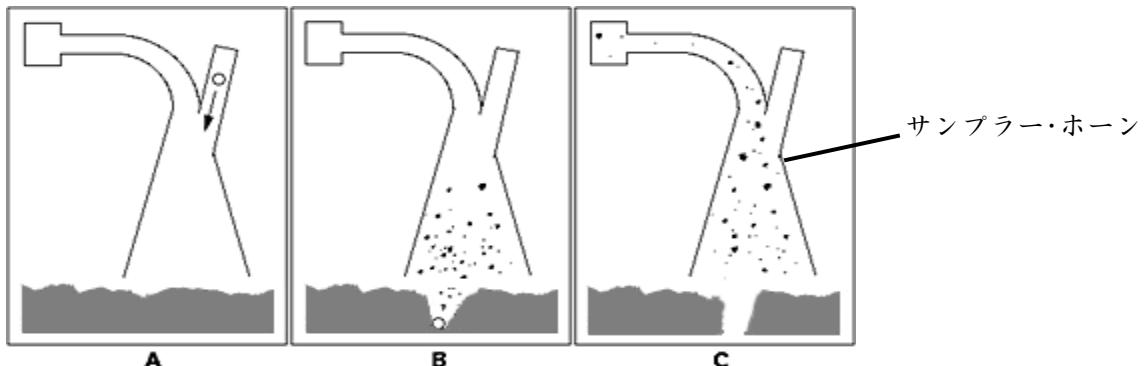
ここからも分かる通り初代はやぶさは前途多難だったわけです。

私たち(少なくとも私)は困難を乗り越えてミッションを達成すると言うことに口マンを感じ応援したくなるわけですが、開発者などミッションに関係する人々からするとそんなヒヤヒヤはないに超したことはないので様々な改良がなされたわけです。

これから改良された点をご紹介します。(前置きで1ページほど使ってしまった…)

最大(確証なし)の変更点は試料採取の方法なのです。

初代はやぶさは重さ数グラムの金属球を高速でその小惑星(イトカワ)の表面にぶつけてそのかけらをサンプラー・ホーンで回収するという方法です。



前のページの図を見ていただけますと分かりやすいと思います。(JAXAはすごい…)

それに対してはやぶさ2は新機能としてSCIを搭載しました。

SCIは炸薬(爆発させる用の火薬)を搭載しており、それで小惑星(リュウグウ)にクレーターを作り、それによって小惑星内部の試料も採取できるようになります。

他にも弾丸なしでサンプルを引っかけて手に入れたりガスも採取できたりと様々な改良がなされました。

### 3. リュウグウとは

この章でははやぶさ2がどのような道をたどったのかを見に行く前に小惑星リュウグウについてお話ししようと思います。

Wikipediaの説明にはこのように書かれています。

リュウグウ (162173 Ryugu) は、アポロ群に分類される地球近傍小惑星の一つ。宇宙航空研究開発機構(JAXA)が実施する小惑星探査プロジェクト「はやぶさ2」の目標天体である。

ここで色々気になる箇所はあると思いますがここでは地球近傍小惑星とは何かを簡単に掘り下げていきます。

地球近傍小惑星とは、その軌道が地球に近づく小惑星のことです。

4つに分けるとアポロ群、アモール群、アテン群、アティラ群の4つに分けられます。

その中でも今回はアポロ群にフォーカスしたいと思います。(数行上を見てもらえば理由は分かります…)アポロ群とは軌道長半径が1天文单位(地球と太陽の距離の平均)で近日点(地球と太陽が一番近くなるときの距離)1. 017天文单位(=地球の遠日点(地球と太陽が一番遠くなるときの距離)距離)以下の小惑星言い換えると半分以上は地球の軌道の外側にいて一瞬だけ地球に軌道の内側にいる小惑星ということです。(語弊がある気がする…)

つまりところリュウグウは地球の軌道の外側にあることが多い小惑星なのです。

### 4. はやぶさ2の歩み

さて、皆さんお待ちかね(?)のはやぶさ2がどのような道をたどったか年表形式で見ていきましょう。

日時(日本時間)	出来事	その他
2014年12/3 13:22頃	打ち上げ	11/30に打ち上げ予定であったが天候不良で延期
2015年3/3	巡航フェーズへ移行	

12/5	地球スイングバイ	スイングバイ：天体の運動と万有引力によって宇宙機の運動の向きを変える技術
2018年 6/3	往路のイオンエンジン終了	イオンエンジン…陽イオンを負極に向けて加速させてその反作用で機体を動かす
6/27	リュウグウの上空 20 km の位置に到着	参考：地球と月の中心間距離 38万 5000 キロメートル
9/21	探査ローバー投下 リュウグウ地表の写真撮影に成功	ローバー：移動できる探査機 小惑星上の探査機の着陸、移動、写真撮影は世界初
10/3 11:03 頃	着陸機マスコット リュウグウに接触	
11:14 頃	マスコット 着地に成功	その後 17 時間観測活動を行った。
2019年 2/22 7:29 頃	リュウグウへの着陸成功	
4/25	人口クレーターの存在確認	
5/30	高度 10mまで降下 ターゲットマークA の投下に成功	ターゲットマークA：着陸の際に光る目印。カメラで光を認識し速度を調整している
6/25	2回目の着陸に関してクレータ一から飛び散った周囲の物質を回収すると決定	
7/11	2回目の着陸	
8/26	サンプル最終容器を再突入カプセルに収納	
10/3	ミネルバ-II2 がリュウグウに着陸	ミネルバ-II2：小惑星探査機 参考：ミネルバ…初代はやぶさに搭載
11/13	帰還開始	
12/3	イオンエンジン巡航運転開始	
2020年 11/20	すばる望遠鏡がはやぶさ2 の光学観測に成功	当時はやぶさ2 は地球から 580万 km の位置にあった
12/5 14:30	カプセルの分離に成功	
12/6 2:28:27	大気圏突入	
2:47～2:57	カプセルが地球に着地	
7:32 頃	回収完了	

## 5. はやぶさ2がもたらした成果

さて、いよいよこの部誌もラストスパートとなってきていますがここでははやぶさ2の調査で何か明らかになったか、何をもたらしたかをお伝えできればと思います。もう少しだけお付き合いください。

### ○【世界初】

はやぶさ2は数々の世界初を成し遂げました。  
そのうちの一部をピックアップしてお伝えさせていただきます。

- ・小型探査ロボットが小天体の表面を移動して探査した
- ・複数の探査ロボットを小天体上に投下して展開する

他にもたくさんありますがここでは割愛させていただきます。

### ○【試料】

昨年の6月頃に新聞の1面に載っていましたがはやぶさ2はとんでもない結果を残しているみたいです。

ここでは試料から分かったことをご紹介します。

日時	出来事
2020年12/18	想定(5.4g)以上のサンプル量となったことがわかった
12/21	2回目の着陸時のサンプルから「小石」が確認 →地下物質を採取できたか?
2022年6/6	アミノ酸が確認された
9/23	塩や有機物が含まれる炭酸水が発見

ざっくりとは以上の表の通りになります。

もう少し細かく見てていきましょう。

今回の試料からは15種類以上のアミノ酸が検出されました。ここから地球外に生命がいるのではないか、我々はどこから来たかと言う人類の課題に一步近づいたのではないかと私は考えております。

ちなみに今まで隕石からアミノ酸が検出されたこともあったものの地球の外から付いたんちゃうん?という可能性があったみたいで、今回が初めて地球外の試料から直接アミノ酸が確認されたのは初めてだったみたいです。

また、炭酸水についてはリュウグウで取った試料の中から水が液体で見つかりました。これは世界初のことでした。

今回の水は46億年前(!)のものとみられています。

研究チームはリュウグウみたいな水などを含む小惑星がたくさんあってそれが地球にたくさんぶつかったことが海や有機物の期限に関わっている可能性を高めているとしています。

## 6. 最後に

とにかくここまでお読みいただきありがとうございました。

今回もなかなか分量になってしまったのですが1つのプロジェクトを始める前からもたらした成果までを追うとやはり私自身が楽しくなってしまいあれもこれも書きたいってなってしまうんですよね…

そんなことはともかく今回ははやぶさ2について深掘りさせていただきましたがいかがでしたでしょうか？はやぶさ2は初代はやぶさと比較すると順風満帆にリュウグウへ行って帰ってきたように見えましたがそれも初代はやぶさとそれを生かして改良に改良を重ねたJAXAの方々には本当に頭が上がらないなと思いながら書いていました。

勝手な空想だと思いますがこのプロジェクトに関わった方々は本当に楽しかったのではないか、そうニュースなどを見て感じました。私ももう高1なのでそろそろ自分が将来何がしたいのか、何に夢中になれるのか考えるにあたってJAXAの方々は私にとってあんな大人になりたいという私の憧れでもありました。

結構長々と書いてきましたがご存じの方もいらっしゃると思いますがはやぶさ2の旅はまだ終わっていません。今も拡張ミッションに取り組んでいます。

私は次回が最後の部誌となりますので拡張ミッションを最後までご紹介させていただくことは出来ませんが、初代はやぶさから拡張ミッションがどこまで進んでいるのかまでのはやぶさのあゆみを次回、ご紹介させていただこうと思っています。

とりあえずこのScientific Seiko No.42をお手にとっていただきありがとうございました。本年度のSFでは色々挑戦しています。例えば今回から活動報告編も新たにスタートしています。そちらもあわせてお読みいただけたら幸いです。

長々となってしまいましたが何はともあれ、お読みいただきありがとうございました。(今回はこのかっこは少なめにした気がするけれどどうだったんだろう…?)

参考資料は次のページにあります。

## 7. 参考資料

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%81%AF%E3%82%84%E3%81%B6%E3%81%952>

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%9C%88%E3%81%AE%E8%BB%8C%E9%81%93>

(Wikipedia かなりお世話になっています)

<https://news.ntv.co.jp/category/society/bbde235e94f347daa35dafb0f77f845f>

(日テレニュース 炭酸水のニュース)

[https://www.jaxa.jp/press/2018/10/20181025\\_hayabusa2\\_j.html](https://www.jaxa.jp/press/2018/10/20181025_hayabusa2_j.html)

(ターゲットマークーとは…?)



はやぶさ 2 の旅は続く………

(今回写真がなかったので今回は最後に 2 枚載せさせてもらっています。いいですよねー)

# おまけ

高 1 T.

ここまで読んでいただいたあなたに活動報告編に載せ切れなかった文章を掲載させていただきます。~~ページ数稼ぎに書いているだなんて口が裂けても言えない。~~

今回は今年度の SF の展示をご紹介させていただきます。本当は部員に書いてもらおうと思っていたのですが考えが2転3転してしまい結局書いてもらえずおまけとして書かせていただけます。これを読んでいただいているときは今年度の SF は終わっているかもしれないですが来年度の SF に来ていただけるならそのときに楽しんでいただけたら幸いです。

## ○プラネタリウム

ここまで読んでいただいたあなたならプラネタリウムの作り方はすでに掲載させていただいてるのでご存じかとは思いますが簡単に。

昨年度は時間とノウハウがあまりなかったのでコロナ前とは異なる紙製の投影機でしたが本年度はコロナ前の球体の投影機で星を映し出します。これを書いている時点ではどんな感じになるのかも分かりませんが私も楽しみです。

内容に関しては今年のテーマが“ほしの子”なので星がどのように出来るのかということをベースに部員によって違ってくるのでそこも楽しんでいただけたらと思います。

## ○しおり

毎年売っている人気商品でその理由としては安さと使いやすさがあるのかなと思います。実際私も使っています。昨年から新商品を作っていて、昨年は部員撮影の月で今年は部員撮影のオリオン座です。部員が撮った写真のしおりをもっと増やしていきたいと思っています。

## ○絵はがき

昨年から天文グッズを売っていて今年は絵はがきです。グッズは部員が撮った写真を使ったものにしたいとは思っていますが毎年何にしようか決めるところから始まっています。写真を楽しんでいただけたらと思っています。

## ○活動写真スライドショー

昨年度の思いつきで始めた写真を音楽に乗せて流すだけの企画ですが昨年度のが思いのほか好評だったみたいで今年もやろうと思っています。なかなか普段どんなことをしているのかが見える展示というのは星光の SF ではない気がするのでそこも売りの 1 つです。

# おわりに

高 I T.

このたびは The Scientific Seiko No.42 をお読みいただき、ありがとうございます  
ございました。お楽しみいただけましたでしょうか？私はこれを読んで知  
らなかったことがたくさんあってとても面白かったです。

宣伝にはなりますが、今年から活動報告編がスタートしました。普段の天  
文部はどんなことをしているのかが見える一冊になっています。ぜひお読  
みください。

あらためて、本冊をお読みいただきありがとうございます。

The Scientific Seiko No.42

発行日: 2023 年(令和 5 年)11 月 3 日

印刷: 本校印刷室

印刷協力: 榎村 博仁、菅原 悠治

顧問: 榎村 博仁、菅原 悠治

校正・企画: 天文部員一同

製作・著作: 大阪星光学院天文部

検閲: 本校 SF 委員





大阪星光学院天文部

次年度の参考にさせていただきたいのでアンケートにご協力いただけすると  
幸いです。



<https://forms.gle/u23ktgQRj3opiL3e6>