

うちゅう

5

2023 / May

Vol. 40 No. 2

2023年5月10日発行(毎月1回10日発行)

ISSN 1346-2385



科学館そばの桜並木

通巻470号

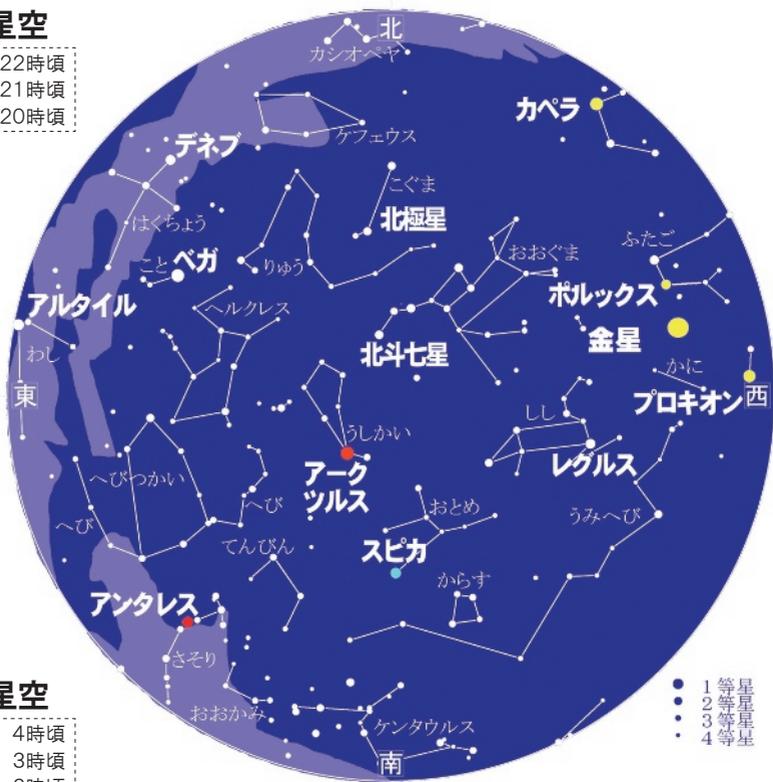
- 2 星空ガイド(5-6月)
- 4 体内時計を動かす「不思議な歯車」の仕組み
- 10 金環皆既日食
- 12 ジュニア科学クラブ
- 14 窮理の部屋「温度を保つ魔法の瓶」
- 16 和ろうそくのサイエンスとよろこび(前編)
- 18 インフォメーション
- 22 友の会
- 24 展示場へ行くこ「糸掛けアート」(展示場入口)

大阪市立科学館

星空ガイド 5月16日～6月15日

よいの星空

5月16日22時頃
6月1日21時頃
15日20時頃



あけの星空

5月16日 4時頃
6月1日 3時頃
15日 2時頃



[太陽と月の出入り(大阪)]

月	日	日の出	日の入	月の出	月の入	月齢
5	16	4:54	18:54	2:52	15:21	25.9
	21	4:51	18:58	5:36	20:46	1.5
	26	4:48	19:01	10:11	--:--	6.5
6	1	4:46	19:05	16:05	2:33	12.5
	6	4:44	19:08	21:45	6:11	17.5
	11	4:44	19:10	0:27	12:07	22.5
	15	4:44	19:12	2:21	16:28	26.5

※惑星は2023年6月1日の位置です。

金星は、望遠鏡で形と大きさの変化を見たい

金星は地球に接近中で、図1のように、半月～三日月型へとなっていきます。金星の形は小型の望遠鏡で楽しめますので機会があればぜひ観察してみてください。なお、太陽に近づく8月は観察ができなくなり、9月からは明け方の空に見えるようになります。

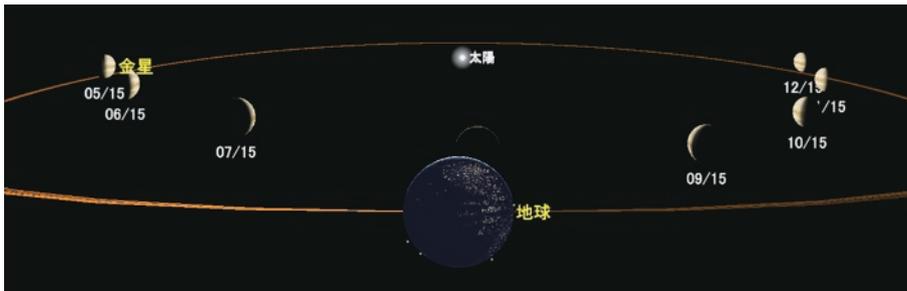


図1. 金星の形と大きさの1ヶ月毎の変化。数字は日付(ステラナビゲータで作図)。

はくちょう座に星がもう一つ？ 長周期変光星X(カイ)星の極大

はくちょう座X(カイ)星は、ミラ、アルゴルに次ぎ3番目に発見された変光星です。



図2. はくちょう座X星の位置

408日の周期で膨張&収縮し、明るさが最大2万倍も変化します。このX星は現在増光中で、5月末ごろがピークです。ただし、最大の3.3等級まではならないことが多く、4~5等星くらいまでが多いです。でも、平素は全く見えない星が双眼鏡で見え、スマホ写真でも写り、はくちょう座の形が少し変わります。場所は図2の通りです。

渡部 義弥(科学館学芸員)

[こよみと天文現象]

月	日	曜	主な天文現象など
5	18	木	明空の低空に木星と月と水星がならぶ
	20	土	●新月(1時)
	21	日	小満
	23	火	月と金星が接近
	24	水	夕空に月と火星、ポルックスがならぶ
	27	土	変光星はくちょう座X(3.3~14.2等)極大のころ/月が最遠(404509km)
	28	日	●上弦(0時)

月	日	曜	主な天文現象など
6	3	土	月とアンタレスがならぶ
	4	日	○満月(13時)
	6	火	芒種
	7	水	月が最近(364861km)
	10	土	月と土星がならぶ
	11	日	●下弦(5時)

体内時計を動かす「不思議な歯車」の仕組み

分子科学研究所・総合研究大学院大学 古池美彦

地球の自転周期をナノメートルの世界に取り込んだ分子

体内時計という言葉を知ったことはありますか。私たちがおよそ決まった時間に起きたり眠ったり、あるいはお腹がすいたりするのは、身体の内側に「時間を計る仕組み＝体内時計(専門的には概日時計と呼ぶ)」があるからです。海外旅行に行くと時差ボケを体験すると、たしかに体内に時計があることが実感できます。概日時計はわれわれヒトだけでなく、植物、昆虫、さらにバクテリアにも備わっており、地球自転に伴う環境変化に対応しているあらゆる生命にとって普遍的なメカニズムのようです。

シアノバクテリア(藍藻)は近所の池にもみられる藻の一種で、光合成によってエネルギーを得ているため、太陽光を効率よく受け取るために細胞内で時間を計っています。名古屋大学の近藤孝男先生らの研究によって、シアノバクテリアに概日時計が備わっていることが分かったのは1993年でした。さらにその5年後には、たった3つのタンパク質のはたらきによって概日時計が動いていることが明らかになりました。これらはKaiA、KaiB、KaiC(回転のカイからとられた名前、Kaiタンパク質)と名付けられました。

概日時計を担っている実体(時計遺伝子や時計タンパク質)が初めて発見されたのは、1980年代の初頭です。この最初の研究はショウジョウバエを用いたものでした(2017年のノーベル生理学・医学賞)。その後、哺乳類や植物でも同様の研究が続き、概日時計は多細胞生物に特有のメカニズムかのように思われました。原核生物であるシアノバクテリアという比較的単純な単細胞生物にも概日時計が備わっている、という発見自体が驚きだったのですが、シアノバクテリアのKaiタンパク質には他の生物種の概日時計にはない重大な性質が隠されていました。

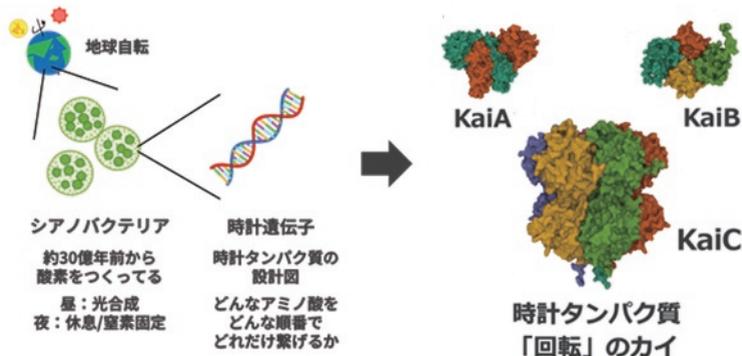


図1:シアノバクテリアの概日時計を駆動する3つの部品

Kaiタンパク質は試験管内でも時を刻む

シアノバクテリアの概日時計には、他の生物にはない特徴があります。それは細胞を使わずに研究ができるという点です。概日時計は生命がもっているシステムのはずなのに、「細胞は要らない」というのはどういうことでしょうか。

研究で用いるためにあるタンパク質を生産して、その水溶液を作ろうとすると、そのタンパク質を実際に生み出している生物から直接取り出すことはあまりありません。好みのタンパク質の情報をもった遺伝子を大腸菌に組み込んで、必要な栄養を与えつつ、タンパク質を生産してもらおうのです。大腸菌は15分程度で細胞分裂して増殖しますので、研究で用いるタンパク質を大量に生産してくれるのです。KaiAを生産する大腸菌、KaiBを生産する大腸菌、KaiCを生産する大腸菌をそれぞれ別個に培養します。そこから精製というプロセスを通してKaiA、KaiB、KaiCを別々に取り出すのですが、それらは全てシアノバクテリアがもつあらゆる生体物質ともかかわったことがない、純粋な水溶液として得られることになります。

この独立に生産・精製されたKaiA、KaiB、KaiCを、今度は試験管の中で混ぜ合わせます。すると、見た目としてはただの水そのものですが、そのなかでは実はいろいろな化学反応が進行するのです。KaiA、KaiB、KaiCが集合して大きな複合体をついたり、それが解離したりするサイクルが自発的に起こります。しかもこのサイクルは24時間で一周するのですから(24時間周期)、これはまさに概日時計です。シアノバクテリアの概日時計は、たった3種のタンパク質だけで構成されており、しかも試験管の中で再現できるのです。2005年に発表された驚きの発見が概日時計研究に新たな道を切り開きました。

試験管内で時計タンパク質を調べることで、さまざまなことが分かってきました。例えば、このシアノバクテリアの概日時計が消費するエネルギーは極端に小さく、非常に省エネルギーのシステムであるということです。エネルギーの通貨とよばれるアデノシン三リン酸(ATP)を一日に15分子ほど分解することで駆動しているのですが、その分解速度は筋肉やべん毛などを動かすモータータンパク質に比べると1/1000~1/10000でしかないのです。



図2:概日時計を試験管内に再現するための一連の準備

概日時計を動かすKaiCの2つの歯車

Kaiタンパク質の発見から25年、試験管内概日時計の再現の成功から18年の歳月がたちましたが、肝心の謎が残っていました。それは、「Kaiタンパク質はどのように動いて24時間周期のサイクルを生み出しているのか」という本質的な謎です。なかでもATPを分解して、時計システム全体の動きを指揮しているKaiCの複雑なメカニズムを紐解くことが必要でした。

KaiCはKaiA、KaiBより大きく、二重リング構造になっており、唯一ATPを結合するポケットを持っています。上部のリング(C1リング)と下部のリング(C2リング)の両方でATPを利用しています。C1リングは、水分子(H₂O)を使ってATPをアデノシン二リン酸(ADP)とリン酸(PO₄)に分解するATP加水分解反応をして、「約24時間」という時計システムの速度を決定しています(ATP加水分解サイクル)。もう一方のC2リングでは、ATPからリン酸を奪って、自身をリン酸化する反応と、奪ったリン酸を外す反応を繰り返しています(リン酸化サイクル)。このリン酸化サイクルは、24時間で一周まわるもので、少なくとも4つの時刻が表示できるようになっています(ST→SpT→pSpT→pST→ST: Sセリン、Tスレオニン、pリン酸化)。

KaiC溶液を試験管に入れて、KaiAとKaiBそしてATPを混合すると、ATP加水分解のペースとリン酸化の度合いの両方が、特定の時間差をもって24時間周期で振動する様子を確認することができます。タンパク質を改変する技術を使って、C1リングのATP加水分解サイクルを速くしたり遅くしたりすると、それにあわせてC2リングのリン酸化サイクルも速くなったり遅くなったりします。C2リングを改変して、特定の時刻だけを固定的に表示するようになると、C1リングの振動も起こりません。このよ

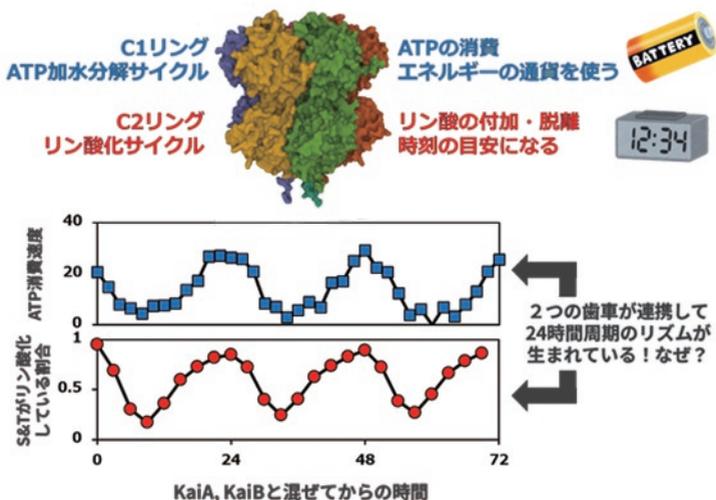


図3: 時計タンパク質KaiCに組み込まれた2つの歯車

うに、バッテリーとしてはたらくATP加水分解サイクルと時刻表示ができるリン酸化サイクルという2つの歯車は密に噛み合っているのです(連携している)。

しかしながら、なぜKaiCがこんなにも複雑なメカニズムを間違えずにスムーズに操縦し、2つの歯車を連携させることができるのか、その秘密をさぐるためには原子レベルでの観察を通して、KaiCの内部をていねいに調べる必要がありました。

KaiCの内部を覗くためのX線回折実験

KaiCはおよそ $10 \times 10 \times 10$ nm(ナノメートル)のサイズで、4万9千個の原子で構成されています。その内部を覗こうというのですから、nm(ナノメートル)以下の解像度をもつ「眼」を手に入れなければなりません。例えば、2つの炭素原子が共有結合した場合、その結合距離は0.15nmです。こういった微小世界を調べる手立てとして、X線結晶構造解析という手法があります。

結晶は案外なじみがあるかもしれません。ミョウバンの結晶をつくったことがあるひともいるかもしれません。食塩(NaCl)はナトリウムイオンと塩素イオンの結晶です。氷は言うまでもなく、水の結晶です。結晶というのは、原子や分子が規則正しく配列した固体のことを指します。その規則正しい配列に従って、結晶はX線を特定のパターンで散乱(回折)することが知られています。

タンパク質も条件を整えてやれば、結晶になることがあります。タンパク質溶液に、沈殿化を促す試薬などを添加し、適切な温度で静置すれば結晶状態へと移行します。タンパク質結晶化条件を発見するのは非常に難しく、試薬の配合や温度をさまざまに変えて、数千～数万もの条件を試します。

X線は病院のレントゲン撮影で使われている、目には見えない電磁波のことです。タンパク質の結晶にX線を照射し、回折したX線を記録します。コンピュータを用いて回折X線がもつ情報から結晶中の原子の配列を計算する(構造解析)と、タンパク質のかたちを知ることができます。ただし、タンパク質結晶のX線回折実験には超強力なX線が必要となります。

超強力なX線は、SPring-8(兵庫県・播磨)をはじめとする放射光施設で作られています。KaiCの結晶化条件を調べ上げ、結晶らしいものが得られたら放射光施

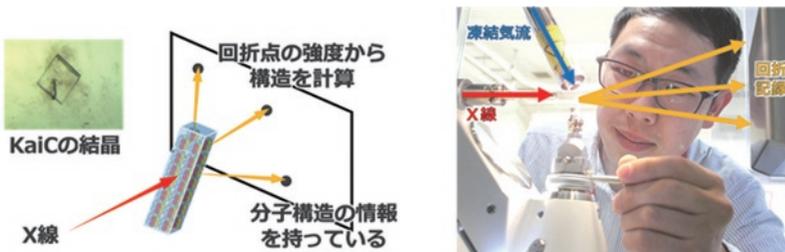


図4: X線結晶構造解析の簡単な説明と実際の回折実験の様子

設へと運搬し、X線を照射して構造解析にチャレンジします。ときにはKaiC結晶の品質が悪く(KaiCの並び方がそれほどきれいではないためX線を回折しない)、全く良いデータが得られないこともあります。7年間かけて何度も結晶化条件を改良して、ついにKaiCのX線結晶構造解析に成功しました。

KaiCの「1日」を原子レベルで追跡する

ついに明らかになったKaiCの原子レベルでの構造は、2つの歯車(ATP加水分解サイクルとリン酸化サイクル)がまわるようすを捉えていました。

ATP加水分解は、ATPの3つのリン酸が連なった部分(高エネルギーリン酸結合と呼ばれる)に水分子が近づいて反応する(加水)ことで、リン酸がひとつ外れる反応です。KaiC構造データを詳しく見ると、ATPに近づいたり遠ざかったりする水分子、さらに分解した後のADPを見つけることができました。すなわちC1リングのATP加水分解反応を原子レベルで追跡できましたが、この反応がどのように概日時計の速度を決めているのかを明らかにするにはもう一つの歯車であるC2リングを観察する必要があります。

続いてもうひとつの歯車であるリン酸化サイクルでは、セリン(S)とスレオニン(T)という時計の針の動きを追いかけました。まずSもTも未だリン酸化していない状態(ST=「朝」)を確認し、次にTだけがリン酸化された状態(SpT=「昼」)を捉えました。さらに異なる結晶化条件のもとでは、SもTもリン酸化された状態(pSpT=「夕」)、Tからリン酸が外れた状態(pST=「夜」)が捉えられていました。重要なことは、こうしたリン酸化の程度に応じて周辺の構造変化が起こり、ATP加水分解サイクルと連動していたということです。

タンパク質は、20種類のアミノ酸が連なった一本の鎖が折りたたまれて特定の立体的な形状をとっています(SもTもその一部)。ST状態では周辺部分のアミノ酸鎖はヘリ

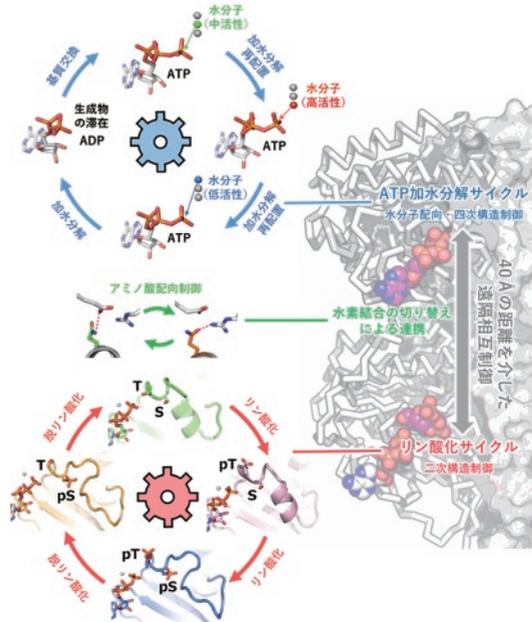


図5: 原子レベルでリズムを刻む時計タンパク質 KaiCの歯車がまわる様子

ックスと呼ばれるらせん状になっていました。驚くことにリン酸化が進んだ(針が進んだ)pSpT状態では、このらせんはするつとほどこかれ、ロープが垂れ下がったような構造になっていました。

さらに驚いたことは、この時刻の切り替えとも言うべきC2リングのらせん型とほどこけ型の変換が、ATP加水分解サイクルに伴うC1リングの動きと連動していたことです。つまり、速度を決める歯車と時刻切り替えをする歯車が、それぞれ化学反応を通してまわりつつもちゃんと噛み合うというような仕組みが、生命がつくるタンパク質に仕組まれていたことが明らかになったのです。

原子—生命—天体がシンクロする美しい世界と偉大な科学者たち

このように時計タンパク質KaiCの内部では、2種類の化学反応が組み合わさり、24時間周期で状態が変化する「時計」のシステムが実現されていました。それぞれの歯車とも言うべき化学反応は原子レベルで進行するものですが、それらがKaiCというタンパク質分子のなかで統合され、その情報がKaiAやKaiBに伝わるのです。シアノバクテリア細胞は、Kaiタンパク質の動きや状態を読み取り、昼夜を予測して光合成を効率よく行います。すなわち地球や太陽といった天体の動きにシンクロする原子—分子—細胞連関システムになっているのです。

歴史を通じて、多くの科学者たちが努力し、素晴らしい発見をなしとげたからこそ、こうした現代の研究が可能になっています。近代に原子という考え方をアップデートしたドルトン、原子と原子の組み合わせで分子の化学反応を説明したアボガドロ、X線を発見したレントゲン、結晶構造解析を確立したラウエ、ブラッグ親子、ホジキン、ペルーツ、ケンドルー、植物の体内時計を発見したドゥメラン、日本で初めてX線回折を試みた寺田寅彦…数え上げるとキリがありません。理科の教科書には、数百年にも及ぶこうした偉大な科学者たちの努力が詰まっています。是非とも科学に興味をもっていただき、生物・化学・物理の隔てなく楽しみながら何でも学んでもらい、原子・生命・天体にまたがる不思議な自然の神秘に触れてみてください。

著者紹介 古池 美彦(ふるいけ よしひこ)



分子科学研究所 協奏分子システム研究センター・総合研究大学院大学 助教。大阪市立大学大学院理学研究科、日本学術振興会特別研究員DC2を経て2015年より現職。構造生物学、生物物理学、進化学に基づき、多階層時空間にまたがる細胞内現象のメカニズム研究を進める。趣味はオリジナルの本を作ってまわりの人にみせること。

金環皆既日食

部分日食

先日の4月20日、日本では3年ぶりに部分日食が起こりました。ただ日食が見られたのは、九州・四国・紀伊半島南部や南西諸島などの一部の地域に限られました。

日本では部分日食しか見られませんが、オーストラリアの一部の地域やインドネシアのニューギニア島などでは皆既日食となりました。しかし今回の日食が見られた地域は交通の便が悪く、実際に見に行った方はそれほど多くなかったのではないかと思います。

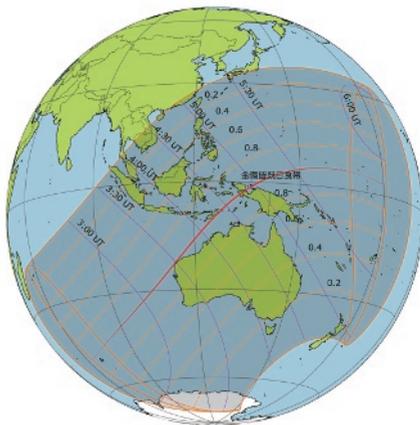


図1 4月20日の金環皆既日食

金環皆既日食

ところで今回の日食は、金環皆既日食という、珍しいタイプの日食でした。これは、ある場所では皆既日食が見られ、別の場所では金環日食が見られるという日食です。どうしてそんなことが起こるのでしょうか。

日食は、太陽-月-地球が一直線に並ぶことで、月が太陽を隠すために起こる現象です。皆既日食では、月が太陽をすべて隠すことで、太陽光がすべて遮られてしまいます。一方、金環日食では、月が太陽全体を隠すことができず、周囲が環のように光って見えます。

地球から見ると、偶然にも太陽と月の見かけの大きさは、ほぼ同じに見えます。しかし、太陽や月の見かけの大きさは、常に一定ではありません。近年、スーパーームーンという言葉が話題になっていますが、月の見かけの大きさは、直径で14%ほど変化します。同じく、太陽の見かけの大きさも、3%ほど変化します。このため日食の際に、太陽の見かけの大きさに比べて、月の見かけの大き

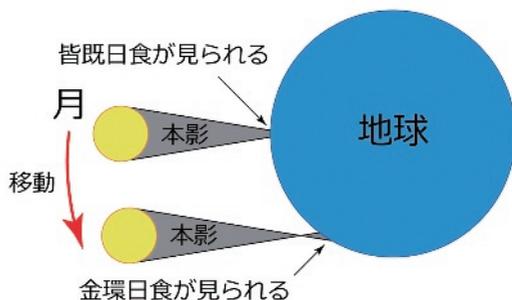


図2 金環皆既日食のしくみ

の方が大きい時は皆既日食、小さい時は金環日食となるわけです。

金環皆既日食は、太陽と月の見かけの大きさが、ほとんど同じ場合に起こる日食です。これは、地球の外から見ると、月の本影が、地球に届くかどうか、ギリギリの距離にある場合に起こります。

日食の際には、月の本影が地球を横切っていきます。このとき、観測場所により、月までの距離が、地球の半径分ほど違ってきます。金環皆既日食の時は、図2のように月に近い場所では皆既日食となり、月から遠い場所では金環日食となるのです。

このように金環皆既日食では、月の本影がちょうど地球に届くギリギリの距離にあるため、本影の幅が小さく、通常の皆既日食や金環日食に比べても、さらに狭い限られた範囲でしか見ることはできません。

日本では1948年5月9日、限りなく金環日食に近い皆既日食が起こりました(当時の予報では金環日食とされていました)。この日食では僅か1kmほどの皆既日食帯が、北海道の礼文島を横切りました。この日、礼文島では、ほんの1秒だけ、皆既日食が見られたということです。



図3 1948年金環皆既日食

月と地球の距離

右のグラフは、地球と月の間の距離の変化をグラフにしたものです。ずいぶん距離が変化することが分かります。特に図中の灰色の丸印は、新月の時の月の位置を示しています。日食は新月の際に起こりますので、灰色の丸印に注目してみてください。

今回の日食の際は、月までの距離はおおよそ37.5万km程度でした。この時、月と太陽はほぼ同じ大きさに見える金環皆既日食となりました。今年10月14日には、アメリカやメキシコで日食が見られます。この時の月は、今回よりもさらに遠くにあるため小さく見えることになり、金環日食となります。

一方、来年の4月8日には同じくアメリカやメキシコ、カナダで日食が見られます。この時の月の位置は、地球にかなり近づいていることが分かります。そのためこの日食は、皆既日食となるわけです。

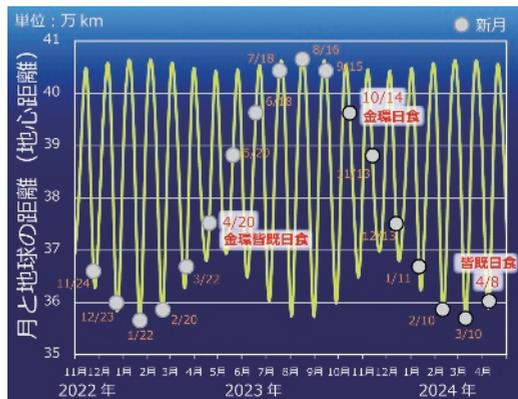


図4 月と地球の距離

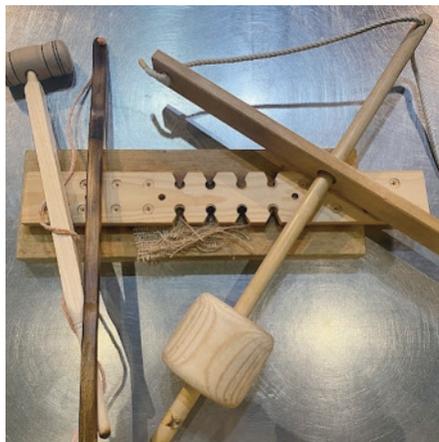
江越 航(科学館学芸員)

ジュニア科学クラブ 5



ほのお 炎のアツい科学

みなさんは、火をつけるための道具といえば何を思いうかべますか？ マッチ？それともライター？どちらも指先だけでかんたんに火をつけられる便利な道具ですね。今回のサイエンスショーでは、昔の人たちが使っていた右の写真のような「火起こし器」という道具と、その使い方を^{しょうかい}ご紹介します！



ダイナミックな炎の実験を楽しみながら、ものが燃えるために必要な3つの条件について学びましょう。

みやまる あき(科学館学芸スタッフ)

■5月のクラブ■

5月21日(日) 9:45 ~ 11:30ごろ

- ◆集合：サイエンスショーコーナー(展示場3階)
9:30~9:45の間に来てください
てんじ場入口で会員手帳を見せてください
- ◆もちもの：会員手帳・会員バッジ・月刊「うちゅう」5月号・
筆記用具・はさみ
- ◆内容：9:45~10:30 サイエンスショー見学(全員)
10:30~11:30 実験教室(会員番号1~32)
10:30~11:30 学芸員の展示解説(会員番号33~64)

・途中からは、入れません。ちこくしないように来てください。
・「学芸員の展示解説」は展示場で行います。自由解散です。 ※変更等がある場合があります。
※最新の情報は、科学館公式ホームページ(<https://www.sci-museum.jp/>)をご覧ください。

ここから2ページはジュニア科学クラブ(小学校5・6年生を対象とした会員制)のページです。



5・6月の実験教室

カメラを作って 写真とを撮ろう！

スマホのカメラを使えば、きれいな写真をかたんに撮ることができます。カメラはどんなしくみになっているのでしょうか。どうやって景色を紙に残すのでしょうか。

どんなことをするの？

カメラを手作りして、カメラのしくみにせま迫ります。なんと紙とレンズだけで、本当に写真が撮れるカメラを作ることができるのです。

手作りカメラが完成したら、カメラをのぞいて、周りの景色を見てみましょう。くっきりはつきり、ボケずにキレイに写すにはどうすればよいか、いろいろためしてみましよう。

カメラで見るのになれたら、いよいよ写真を撮ります。太陽の光に反はん応する「感光紙かんこうし」を使うのですが、写真を撮るのに20分間もかかります！スマホとはずいぶんちがいますね。できた写真もスマホで撮った写真とは全然ちがいます。どんな写真になるか、楽しみです。

みなさんが持ってくるもの

筆記用具、はさみ



紙とレンズの手作りカメラ。



カメラの中に景色が写る。



写真が撮れました！

科学デモンストレーター



窮理の部屋 196

温度を保つ魔法の瓶

皆さんの中には、何か飲み物を片手にこのページを読んでいる方もおられるでしょうか。私はホットコーヒーをそばに置いて執筆しています。なかなか筆が進まず時間がかかっていますが、ステンレス製タンブラーの中のコーヒーは熱々のままです。飲み物を温かいまま・冷たいままに保つ魔法瓶。その仕組みについてご紹介しましょう。

魔法瓶の中はどうなっている？

図1は科学館のコレクションに最近仲間入りした資料です。ガラス製魔法瓶を縦半分に切ったカットモデルで、断面の様子を観察できます。鏡のように見える内瓶と少し大きな外瓶の二つのガラス瓶を組み合わせたつくりになっていて、瓶の間に隙間があるのが見えるでしょうか？実はこの隙間が大きな役割を果たしています。写真では見づらいかもしれませんが、この資料は科学館の地下1階で5月28日(日)まで開催中の「蔵出しコレクション展2023」でお披露目していますので、是非そちらで実物をご覧ください。

話を戻しましょう。この不思議な構造によって中身の温度を保つことができるガラス容器を発明したのは、低温物理学の分野で業績を残した一人の科学者でした。



図1. ガラス製魔法瓶カットモデル
協力：象印マホービン株式会社

研究室の実験器具から、わたしたちの暮らしのそばに

時は19世紀。ベンゼンの分子構造の推定をはじめとする幅広い分野の研究をしていたイギリスの化学者・物理学者デュワー(図2)は、1877年に王立研究所で気体の液化に関する研究に着手しました。-196℃の液体窒素や-183℃の液体酸素などの超低温の物質を扱い、それらの性質を調べていく中で、デュワーは中身の液体を低い温度に保つことができる入れ物が必要であると考えました。

熱の伝わり方は大きく分けて①～③の3つのパターンがあります。



図2. ジェイムズ・デュワー
(1842-1923)

①物と物の接触面から熱が伝わる「伝導」、②空気や液体などの流体の移動によって熱が伝わる「対流」、③電磁波として熱が伝わる「放射(輻射)」です。食材を焼いているフライパンを触ると熱いのは伝導、エアコンをつけると部屋の中が涼くなるのは対流、太陽からの熱が空気のない宇宙空間を伝わって地球に届くのは放射、というわかりやすいでしょうか。

デュワーは、大きさの違う二つのガラス容器を組み合わせて隙間の空気をなくす(=真空にする)ことで伝導・対流を抑えられること(図3)、さらに内側の瓶に銀メッキを施して鏡面による反射を利用すると放射も抑えられること(図4)を確かめました。

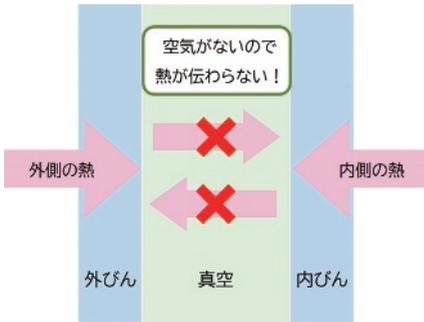


図3. 真空中は伝導・対流が起こらない

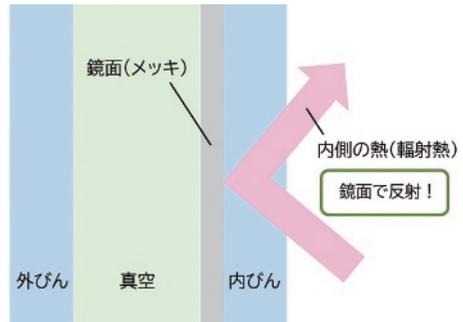


図4. 真空中でも伝わる輻射熱は、鏡面の反射で閉じ込める

そして考案したのが図5のようなガラス製の実験器具、まさに魔法瓶の原型です。大小二つのフラスコを組み合わせた形状で、隙間の空洞は真空です。図5は中の様子が見えるように内瓶の鏡面加工をしていないレプリカで、造幣局の近くにあるまほうびん記念館に展示されています。

その後長い年月を経て、保温・保冷機能を持った魔法瓶は家庭用品として私たちの暮らしに浸透しました。現在は、ガラス製と比べると落としても割れる心配がなく、コンパクトで持ち運びもしやすいステンレス製の魔法瓶が主流になっています。

デュワーが考案した二重構造のガラス実験器具は改良を重ね、今でも超低温の液体を扱う時の容器として使われています。デュワー瓶と名付けられたこの容器は、科学館でも液体窒素のサイエンスショーで活躍しています。科学館の展示場3階、サイエンスショーコーナー裏の「サイエンスショー実験道具いろいろ」の展示ケースの中に実物があります。そちらも覗いてみてくださいね。

宮丸 晶(科学館学芸スタッフ)



図5. デュワーが考案した実験用フラスコのレプリカ(まほうびん記念館蔵)

和ろうそくのサイエンスとよろこび(前編)

京都薬科大学 名誉教授 桜井 弘

奈良・東大寺二月堂のお水取り・修^{しゅにえ}二会は、現在では3月1日より2週間にわたって行われていますが、もとは旧暦の2月1日から行われていたので、二月に修する法会という意味から「修二会」とよばれるようになったそうです。二月堂の名もこのことに由来していると言われていました。2021年に、修二会の最終日の行事を二月堂の内部から撮影するNHKの番組がありましたので、興味深く見ていました。この日は、全ての光は洋ろうそくではなく、和ろうそくが使われていると解説されていました。

和ろうそくの光の輝きや揺らめきはとてもおもしろいので、その炎をじっくりと観察してみましょう。写真(図1)は、和ろうそくの揺らめく幽玄な黄金色の輝きです。静止状態のような炎(左)と風がないのに突然笑うかのように大きく揺れ動く炎(右)が交互に見られます。大きな炎になると静止状態の炎の大きさの2~3倍くらいになります。



図1. 和ろうそくの炎

和ろうそくの魅力

イギリスの化学者・物理学者マイケル・ファラデー(1791-1867)は、1860年12月から翌年の1月まで6回のクリスマス講演で、青少年に語りかけました。その講演を、イギリスの化学者・物理学者で「放射線」を発見したウィリアム・クルックス(1832-1919)がまとめた『ロウソクの科学』¹⁾を、皆さんはよくご存じのことと思います。この書の中で、和ろうそくが紹介され、讃えられています。ファラデーは、ろうそくは“科学の宝庫”であると青少年に伝えていますが、第6回目の講演で和ろうそくを詳しく紹介しています。当時のわが国は江戸時代の終わり頃でしたので、わが国の文化や芸術はヨーロッパにもたらされていたことがわかります。

このロウソクは日本から来たもので、おそらく前に申し上げた物質²⁾からできているでしょう。この日本のロウソクは、フランスのロウソクに比べて、はるかにりっぱに飾りたてられています。(中略)このロウソクは驚くべき特性を備えています。すなわち中空の芯で、この見事な特性は、アルガン³⁾がランプに採用して価値を高めたものです。

(中略)また、日本渡来の鑄型ろうそくは、イギリス製の鑄型ろうそくに比べて、上の部分が広い円錐形になっています。

このようにファラデーは、和ろうそくの優れた構造と形の見事さを青少年に紹介しています。

和ろうそくの芯は和紙を丸めて、その上に灯芯草とよばれるイグサの髓の部分を巻きます。燭の実から搾取った木蠟を加熱して溶かしたものを芯の周りにつけ、乾燥させます。この操作を繰り返してろうそくを作ります。木蠟の脂肪酸の組成は、炭素を多く持つパルミチン酸($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$)57.8%(図2)、ステアリン酸($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$)10.0%、アラキジン酸($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$)5.6%、ベヘン酸($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$)2%、日本酸($\text{C}_{19}\text{H}_{38}(\text{COOH})_2$)5.7%などと報告されています。⁴⁾

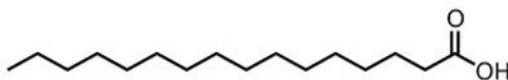


図2. パルミチン酸の化学構造

ろうそくの芯に点火すると、炎の熱で周りの蠟が溶け、毛細管現象により吸い上げられた蠟が炎の熱で気化して燃焼する循環でろうそくは燃え続けます。中空にある空気が芯に供給され、炎は時折激しく大きく燃え上がります(図3)。和ろうそくは、中空のない洋ろうそくと比べて、炎が大きく、時折大きく揺らめき、なかなか風流なものです。

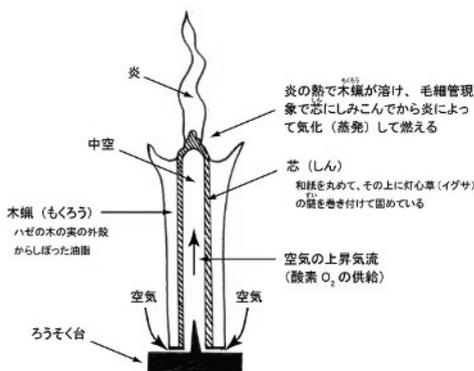


図3. 和ろうそくの構造

[引用文献とノート]

- 1) ファラデー著、竹内敬人訳『ろうそくの科学』、岩波文庫、2010年
- 2) ハゼノキやウルシ科植物の実を砕き、蒸し、搾りとった固体脂肪を原料とした。脂肪、つまり脂肪酸のエステルで、パルミチン酸などが含まれている。
- 3) 1780年に、スイスの物理学者・化学者フランソワ・ピエール・アミ・アルガン(1752-1803)が、和ろうそくをヒントにして石油ランプを改良した。空気がその周りを流れるように、円筒形の芯をつくと光の強度が高まった。光はろうそくよりも5~10倍明るく、きれいに燃えたと言われている。
- 4) 岩田直大、宮本智文、島添隆雄:『燭蠟に含有される脂肪酸の分析』、第二回朝倉・燭フォーラム(2013年)

桜井 弘

6月末までの **科学館行事予定**

開館・行事開催などについて

新型コロナウイルス感染症の拡大防止のため、開館状況、プラネタリウムの定員、サイエンスショーや行事開催などに変更がある場合がございます。

最新の情報は、**科学館公式ホームページ**(<https://www.sci-museum.jp/>)をご覧ください。

月	日	曜	行 事
5		開催中	プラネタリウム「星空ぐるり百光年」(～5/28)
			プラネタリウム「ブラックホールを見た日」(～5/28)
			プラネタリウム「ファミリータイム」
			プラネタリウム「学芸員スペシャル」(土日祝休日)
			サイエンスショー「空気パワー」(～5/28)
			蔵出しコレクション展2023(～5/28)
			カールツァイスⅡ型プラネタリウム 日本天文遺産認定記念展(～5/28)
	13	土	楽しいお天気講座「天気予報にチャレンジしよう」(申込終了)
	27	土	天体観望会「月を見よう」(5/16 必着)
	28	日	青少年のための科学の祭典2023 大阪大会プレイベント
6	1	木	プラネタリウム「シン・宇宙望遠鏡～ジェームズ・ウェブ～」(～8/27)
			プラネタリウム「ORIGIN 太陽系のはじまりを求めて」(～8/27)
			サイエンスショー「ハラハラ！ バランス大実験」(～8/27)
	4	日	天文学者大集合！宇宙を学ぶ大学紹介イベント
8	木	中之島科学研究所コロキウム	

プラネタリウム 開演時刻

土日祝休日	10:10	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
5月	ファミリー	星空ぐるり	ブラックホール	ファミリー	星空ぐるり	ブラックホール	星空ぐるり	学芸員SP
6月		宇宙望遠鏡	ORIGIN		宇宙望遠鏡	ORIGIN	宇宙望遠鏡	
平日	9:50	11:00	11:55	13:00	14:00	15:00	16:00	
5月	学習投影	ファミリー	学習投影	ブラックホール	星空ぐるり	ブラックホール	星空ぐるり	
6月				ORIGIN	宇宙望遠鏡	ORIGIN	宇宙望遠鏡	

所要時間：各約45分間、途中入退場不可

※スケジュールは変更する場合があります。最新の情報は科学館公式ホームページをご覧ください。

- 星空ぐるり: 星空ぐるり百光年
 - ブラックホール: ブラックホールを見た日～人類100年の挑戦～
 - 宇宙望遠鏡: シン・宇宙望遠鏡～ジェームズ・ウェブ～
 - ORIGIN: ORIGIN 太陽系のはじまりを求めて
 - 学芸員SP: 学芸員スペシャル
 - ファミリー: ファミリータイム(幼児とその保護者を対象にしたプラネタリウム・約35分間)
 - 学習投影: 事前予約の学校団体専用(約50分間)
- ☆プラネタリウム投影中、静かに観覧いただけない場合はプラネタリウムから退出していただきます。
観覧券の返金・交換はできませんのでご了承ください。

サイエンスショー 開演時刻

	11:00	13:00	14:00	15:00
平日	—	—	○	—
土・日・祝休日	○	○	○	○

所要時間：各約30分間、会場：展示場3階サイエンスショーコーナー

※新型コロナウイルス感染症の防止対策のため、サイエンスショーの観覧人数を制限しております。
先着順のため、満席の場合にはご覧いただけませんので、予めご了承ください。

カールツァイスⅡ型プラネタリウム 日本天文遺産認定記念展

2023年3月12日に日本天文学会は、大阪市立科学館所蔵のカールツァイスⅡ型プラネタリウムを、「大阪市立電気科学館プラネタリウム」として日本天文遺産に認定することを発表しました。これを記念し、電気科学館プラネタリウムのパンフレットや、投影機で使われていた1キロワット電球など、関連資料を展示します。

■日時：開催中～5月28日(日) 9:30～17:00

■場所：地下1階アトリウム ■観覧料：無料 ■申込：不要(当日会場へお越しください)

天体観望会「月を見よう」

月を望遠鏡で観察すると、「クレーター」と呼ばれる丸い穴のような地形を観察することができます。その他にも、月には山も平地もあり、変化にとんだ月の表面の様子を知ることができます。科学館の望遠鏡を使って、月を観察してみましょう。

※天候不良時は、科学館の望遠鏡の設備見学のみになります。

■日時：5月27日(土) 19:30～21:00

■場所：屋上他 ■対象：小学1年生以上★ ■定員：24名(応募多数の場合は抽選)

■参加費：無料 ■申込締切：5月16日(火)必着

■申込方法：往復ハガキに、住所・氏名・年齢(学年)・電話番号、一緒に参加希望の方の氏名と年齢(学年)を記入して、大阪市立科学館「天体観望会5月27日」係へ

または、専用webフォームより申し込み。詳しくは科学館公式ホームページをご覧ください。

★小学生の方は、必ず保護者の方と一緒に申し込みください。

※新型コロナウイルス感染症の状況によっては定員を縮小したり、中止する場合があります。

※友の会の会員は、友の会事務局への電話で応募できます(抽選は行います)。



KONICA MINOLTA

私たちは「宇宙」を
作っている会社です。

— プラネタリウム生誕100周年 —

最新の光学・デジタル プラネタリウム機器の開発・製造から、
独自の番組企画・制作・運営ノウハウに至るまで、
プラネタリウムという「スペース」の可能性を追求し続けてまいります。

コニカミノルタ プラネタリウム株式会社

本社・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 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://www.koncaminolta.jp/planetarium/>

画像：大阪市立科学館

■ 青少年のための科学の祭典2023 大阪大会プレイベント

8月19日(土)と20日(日)に大谷中学校・高等学校で開催する予定の「青少年のための科学の祭典2023大阪大会」のプレイベント。科学館正面玄関前広場で、野外ならではのダイナミックな実験を通じて自然の不思議さ、科学の楽しさ、おもしろさを体験してください。

■日時:5月28日(日) ①11:00~11:40 ②13:00~13:40 ③14:00~14:40
④15:00~15:40(予定)

■場所:正面玄関前広場

■対象:どなたでも(小学2年生以下のお子様は保護者同伴でご参加ください)

■定員:なし ■参加費:無料 ■参加方法:当日、直接会場へお越しください。

※天候不良の場合は中止、もしくは一部内容を変更することがあります。

プログラムは科学館公式ホームページをご覧ください。

■ 天文学者大集合！宇宙を学ぶ大学の紹介イベント

関西を中心とした約20の大学から、天文学者や宇宙科学者が大集合！それぞれの大学ではどんな風に研究し、学んでいるのかを、科学者のトークとパネルで紹介しします。また、宇宙に関するミニ講演も行おうほか、各大学の科学者が高校生などの天文・宇宙分野の進学相談や学習のしかたなどの質問や相談にも個別におこたえします。

■日時:6月4日(日) 10:00~16:00 ■場所:多目的室 ■参加費:無料

■定員:60名(申込先着順)

■対象:大学の活動に関心のある進学希望の学生等・教員

■参加方法:決定次第、科学館ホームページにてお知らせします。

■主催:宇宙(天文)を学べる大学合同進学説明会実行委員会、大阪市立科学館

■ 中之島科学研究所 第140回コロキウム

中之島科学研究所の研究員による科学の話題を提供するコロキウムを開催します。

■日時:6月8日(木) 15:00~16:45 ■場所:多目的室 ■申込:不要

■参加費:無料

■テーマ:「ゴッホの星空」再考

■講演者:石坂千春(研究員)

■概要:生誕170周年を迎えたフィンセント・ファン・ゴッホの3作品「ローヌ川の星月夜」「星月夜」「糸杉と星の道(夜のプロヴァンスの田舎道)」について、再び天文学的視点から鑑賞します。それぞれの作品でゴッホが表現したかった想いは、どのようなものだったのでしょうか…。

日々のできごとはホームページから。いつでもどこでも科学館とつながれます。



広報
Twitter



学芸
Twitter



科学館
YouTube



広報
instagram

楽しいお天気講座「いろんな雲を観察しよう」

空に浮かぶ雲にはどんな種類があるのでしょうか？雲のパネルを作って、いろいろな雲を学びましょう。実際に外に出て、雲を観察してみましょ。気象予報士がお話します。

- 日時：7月1日(土) 13:30～15:30 ■場所：工作室 ■参加費：500円(1組につき)
- 対象：小学3年生～中学3年生と保護者の2名ペア(3年生以上の小学生と中学生のペアでも可)※ペアの2人1組で実験を行います。雲のパネル工作は1組につき1つです。また、新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、講座中の講師のサポートを控えさせていただく場合があります。
- 申込締切：6月21日(水)必着
- 定員：9組(応募多数の場合は抽選)※会場にお入りいただけるのは、参加される2名のみ
- 申込方法：往復ハガキに、住所・氏名・年齢(学年)・電話番号、一緒に参加希望の方の氏名と年齢(学年)を記入して、大阪市立科学館「いろんな雲を観察しよう」係へ
- 主催：一般社団法人 日本気象予報士会関西支部、大阪市立科学館

申し込みの往復ハガキは、1イベントにつき1通のみ有効です。

月刊「うちゅう」ページ数減のお知らせ

昨今、主要原材料の価格高騰が続いており、従来のページ数を維持することが困難な状況となっております。そのため今月号より、「うちゅう」のページ数を4ページ減らして発行いたします。何卒、ご理解いただきますようお願い申し上げます。

■編集後記■

今年は桜の開花が早く、大阪でも観測開始以降、2021年と並んで最も早い開花となりました。まだ3月ですが、もう満開になっています。入学式の頃には、もう見頃を過ぎてしまっているでしょうか。(江越)

大阪市立科学館 <https://www.sci-museum.jp/>

電話：06-6444-5656 (9:00～17:30)

休館日：毎週月曜日、5/29～5/31

開館時間：9:30～17:00 (プラネタリウム最終投影は16:00から)

所在地：〒530-0005 大阪市北区中之島4-2-1



星の輝きで伝えることがある
五藤光学研究所 ■ 全天周デジタル配給作品

GOTO

五藤光学研究所
<https://www.goto.co.jp/>

まだ見ぬ 宇宙へ

企画：大阪市立科学館
©「まだ見ぬ宇宙へ」製作委員会

友の会 行事予定

新型コロナウイルス感染症の状況により、急な予定変更の可能性があります。
最新情報は、科学館ホームページ・友の会会員専用ページでご確認ください。

月	日	曜	時間	例会・サークル・行事	場所
5	13	土	11:00~16:30	りろん物理	研修室
	14	日	14:00~15:30	化学	研修室
			16:00~17:00	光のふしぎ	研修室+Zoom
	20	土	13:00~17:00	友の会総会	研修室+Zoom
	21	日	14:00~16:00	りろん物理(場の理論)	工作室
	27	土	14:00~16:00	うちゅう☆彗むちゅう	工作室+Zoom
	28	日	10:00~12:00	天文学習	工作室+Zoom
14:00~16:30			科学実験	工作室	
6	10	土	11:00~16:30	りろん物理	研修室
	11	日	14:00~15:30	化学	研修室
			16:00~17:00	光のふしぎ	研修室+Zoom
	17	土	12:10~13:45	英語の本の読書会	工作室+Zoom
			14:00~16:00	友の会例会	研修室+Zoom
			19:30~21:00	友の会天体観望会	次ページ記事参照
	18	日	14:00~16:00	りろん物理(場の理論)	工作室
	24	土	14:00~16:00	うちゅう☆彗むちゅう	工作室+Zoom
25	日	10:00~12:00	天文学習	工作室+Zoom	
		14:00~16:30	科学実験	工作室	

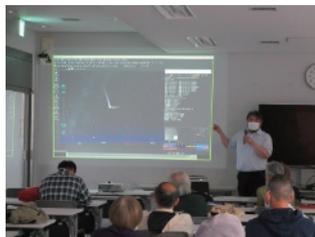
5月の英語の本の読書会は、総会開催のためお休みです。

友の会サークルは、会員が自主的に学習し合う集まりです。
科学館内が会場のサークルは、参加申込は不要です。記載の日時に会場にお越しのう
え、世話人に見学の旨お伝えください。テキスト代など実費が必要なものもあります。初めて
参加される場合は、まずは見学をおすすめします。



友の会例会報告

4月の友の会の例会は15日に開催しました。メインのお話は、飯山学芸員から「期待の新彗星発見！」というお話でした。休憩を挟んで、乾さん(No.4151)から木星氷衛星探査計画JUICEの紹介と、山田さん(No.2760)から民間月面探査プログラムispaceのHAKUTO-Rについての紹介がありました。その後会務報告があり、りろん物理サークルと英語の本の読書会から新しいテキストに変わるのでこの機会に参加スタートする会員さんの募集がありました。参加者は科学館会場に25名、Zoom参加で25名の合計50名でした。





友の会総会

5月は年に一度の友の会の総会です。Zoom中継も行いますが、久しぶりに科学館の研修室での開催になります。たくさんの会員さんのご参加をお待ちいたします。

■日時:5月20日(土) 13:00~17:00 ■会場:科学館研修室+Zoom

■定員:90名(科学館研修室)

■申し込み方法:友の会会員専用ホームページから、参加方法(科学館研修室かZoom)ごとに申込フォームへリンクを張っております。そこから申し込み下さい。

■当日の日程

13:00 開会あいさつ

13:05 特別講演会

15:00 総会議案審議(決算、予算、事業案)

16:00 バザー

16:30 優秀会員表彰

■特別講演会タイトル:

H3ロケット打ち上げ～取材現場から～

講師:大塚実氏(宇宙作家クラブ)

大塚氏はH3ロケットを始め、宇宙開発の現場を長年取材されており、Webメディアを中心に多数の記事を執筆しておられます。今回はH3のために昨年度4回も種子島に取材に行き、その取材で撮影された写真を紹介いただきながら、現場の様子などについてご講演いただきます。

※講演は、Zoomによるリモート講演の予定です。



友の会会員専用天体観望会

科学館の屋上で、春の星座などを観察しましょう。

■日時:6月17日(土) 19:30~21:00 ■会場:屋上他

■定員:なし ■申込み:不要

■天候が悪く星が見えそうにない場合は中止します。天候判断は当日16:00です。

開催か中止かわかりにくいお天気の場合は、当日16時以降、友の会会員専用HPでご確認いただくか、科学館までお電話でお問い合わせください。

※当日の日程等詳細は、うちゅう6月号でご案内します。

※観望会の受付や、望遠鏡の組立・操作等、観望会の運営にお手伝いいただける方は、科学館の飯山学芸員か、友の会事務局までお申し出ください。

■友の会総会バザー出品者募集

友の会の総会のバザーで出品を希望される方は、友の会事務局までお電話にてお知らせください。5月16日(火)を目途にご連絡ください。

大阪市立科学館 友の会事務局

<http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~tomonokai/>

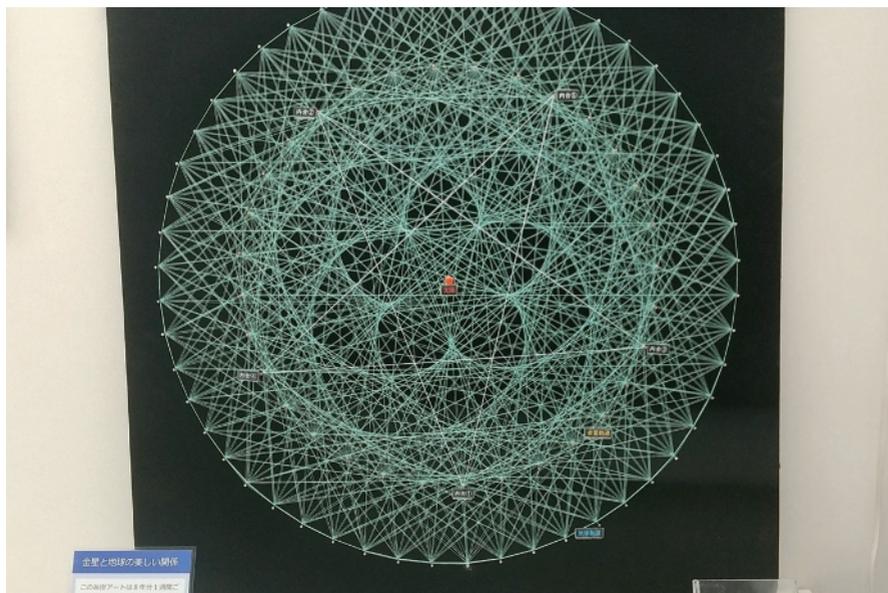
電話:06-6444-5184 (開館日の9:30~17:00)

メール:tomo@sci-museum.jp

郵便振替:00950-3-316082 加入者名:大阪市立科学館友の会



糸掛けアート（展示場入口）



糸掛けアート「金星と地球の美しい関係」

5月28日(日)まで開催している蔵出しコレクション展に出品している作品です。

この糸掛けアートは金星と地球の公転軌道上の位置を8年分1週間ごとに糸でつないで制作しました。興味深いことに、金星と地球の公転周期は「8:13」という整数比になっています。地球が8回公転する(つまり8年)間に金星は13回公転し、8年後、両惑星は元の位置にもどります。一定の時間間隔で金星と地球の位置を線で結ぶと、八重の五弁の花びらを示す、美しい模様が現れます。

制作には200m巻のミシン糸を2巻使いました。途中で糸巻から伸びた糸が絡まってしまい、解きほぐすのに四苦八苦しました。よほどゴルディアスのように結び目を切ってしまうかと思いましたが、なんとか解決しました。

制作過程を撮影したタイムラプス動画をYoutubeにアップしていますので、ご覧ください(https://youtu.be/Wfh9z-ah_SA)。途中、何も動きがない空白の時間帯で糸の解きほぐしをしています。そんな苦労の末の作品です。

石坂 千春(科学館学芸員)