

うちゅう

4

2020 / Apr.

Vol. 37 No. 1

2020年4月10日発行(毎月1回10日発行)

ISSN 1346-2385



通巻433号

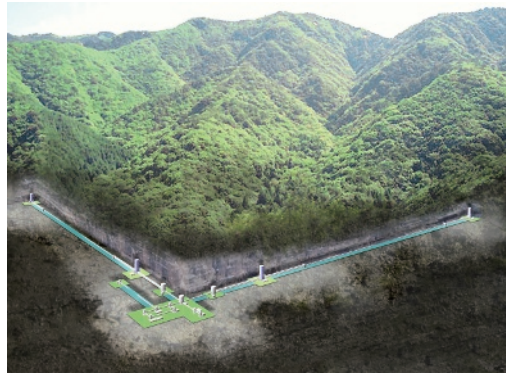
春の空に熱気球(西岡学芸員撮影/2011年)
詳しくは、p.16~17をご覧ください。

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 2 館長より新年度のご挨拶 | 16 窮理の部屋「熱気球」 |
| 3 コレクション「貯水型雨量計」 | 18 窮理の部屋2「ウラシマ効果と双子のパラドックス1」 |
| 4 星空ガイド(4-5月) | 20 科学館アルバム |
| 6 ヴィラ・シュトゥックの太陽系図について | 22 インフォメーション |
| 12 天文の話題「銀河の渦にうずうずする・・・」 | 26 友の会 |
| 14 ジュニア科学クラブ | 28 展示場へ行こう「家庭用ビデオテープレコーダー」 |

大阪市立科学館

大阪市立科学館 館長 齋藤 吉彦

この小文を書いている真っ最中、新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、全国の多くのイベントが中止、そして科学館もしばらく休館になりました。大変申し訳ない事態になっています。暗い気持ちになってしまうところでしたが、先日、元気をいただくともううれしいニュースが届きました。2月25日、神岡鉱山跡に建設された重力波望遠鏡、KAGRAが観測を始めたの



KAGRA(イメージ)

©ICRR

です。現場にいる大阪市大の神田展行教授から「神田はちょうど観測シフト(当番)で、待ちに待った観測運転開始に立ち会えて嬉しいです。KAGRA装置の現地の若い研究者たちが熱意をもって今回の運転にこぎつけました。彼らの努力に敬意を表します。同時に、この後は感度が更新して重力波イベントを見るのが本当に楽しみです。」とのコメントをいただきました。ブラックホール合体や宇宙初期で生じる重力波をとらえて、未知のことが見えてくるでしょう。科学館はブラックホールをテーマにしたプラネタリウムなどで応援します。

本誌がみなさまのお手元に届くころには、「はやぶさ2」のプラネタリウムを投影しているはずですが、12月に「はやぶさ2」が小惑星から砂粒を持ち帰ります。この砂粒から太陽系や生命の起源のヒントを得るというプロジェクトの紹介です。帰還時にも再投影、そして関連イベントも実施、「はやぶさ2」を応援します。



小惑星にタッチダウンする「はやぶさ2」(イメージ)

©JAXA

科学館はプラネタリウムだけではなくありません。字数が尽いたので紹介できませんが、「科学を楽しむ文化の振興」を目指して今年度もサイエンスで満開です。ピンチをチャンスに、元気に開館します。今年度もどうぞご期待ください!

貯水型雨量計

「雨量計」とは、降水量を測定する気象測器です。「降水量」とは、ある時間内に降った雨や雪などの量で、水平な面にたまった水の深さを表します。そのため、単位は「mm」です。また、雪などの固形降水の場合は、溶かして水としたときの深さで表します。

雨量計には様々な型のものがありますが、降水量を直接測定する代表的なものには、「貯水型雨量計」と「転倒ます型雨量計」です。気象庁では、現在は「転倒ます型雨量計」を用いて自動的に測定していますが、かつては「貯水型雨量計」を用いて、観測者が目視で測定していました。

貯水型雨量計は円筒形の筒で、受水器、漏斗、貯水器で構成されています。右写真(下)では、真ん中の筒の中に右側のバケツ(貯水器)を、筒の上部に左側の受水器・漏斗をセットすると、写真(上)のようになります。受水器部分に降ってきた降水は、漏斗部を通り貯水器にたまりまします。実際には、バケツの中に降水をためる瓶がセットされており、そこにたまった水を雨量ます(専用のメモリがついたメスシリンダー)で測定し、降水量を求めます。観測は、毎日決まった時間に行います。

降水を正しく測定するには、雨量計を設置する場所が大切です。浸水しそうな場所や水しぶきがかかる場所、樹木や建物の近くを避け、できるだけ風の影響がない場所に設置します。また、風の影響を受けないよう、できるだけ低く設置します。貯水型雨量計は、跳ね返りの雨水が入らない程度に筒を土の中に埋めて設置します。

貯水型雨量計や転倒ます型雨量計は、実際に降った降水量を測定します。一方、気象レーダーや光学式雨量計は、光の散乱等を利用して、間接的に降水量を測定します。ちなみに、転倒ます型雨量計は、展示場4階に展示しています。



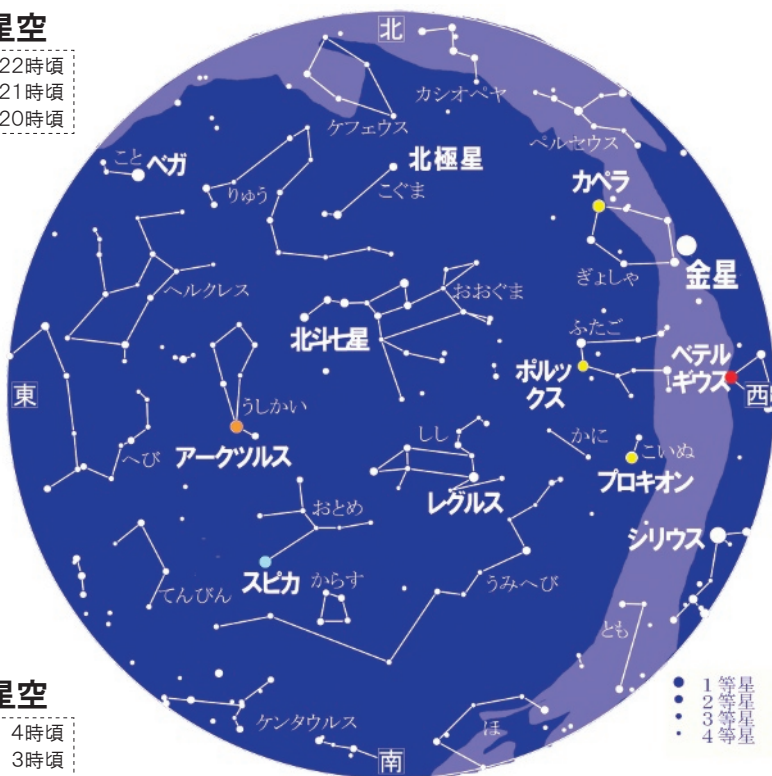
貯水型雨量計

西岡 里織(科学館学芸員)

星空ガイド 4月16日～5月15日

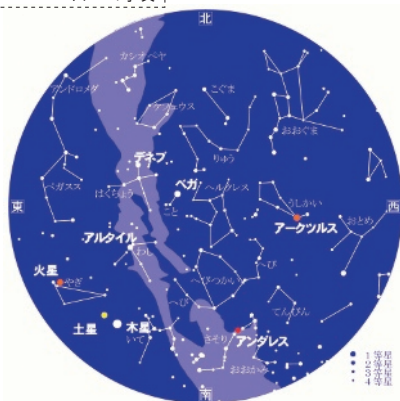
よいの星空

4月16日22時頃
5月 1日21時頃
15日20時頃



あけの星空

4月16日 4時頃
5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
4	16	5:25	18:31	1:58	12:10	22.7
	21	5:18	18:34	4:39	16:50	27.7
	26	5:13	18:39	7:09	21:34	3.0
5	1	5:07	18:43	11:35	1:08	8.0
	6	5:02	18:47	17:23	4:17	13.0
	11	4:58	18:50	23:02	8:00	18.0
	15	4:55	18:54	1:13	11:57	22.0

※惑星は2020年5月1日の位置です。

ステキな夕方の金星、夜中すぎの木星・土星、そして火星

年明けからずっと西空で輝く金星は、4月28日に-4.5等という最大光度になります。特に4月26日は三日月と共演する様子が見ものです。しかし、6月3日の内合が近づいており、観望好期も終盤を迎えています。内合は太陽と地球の間に金星が入る接近ですので、望遠鏡で見ると日々大きさが大きくなっていきます。アストロアーツ社のステラナビゲーターを利用したシミュレーションの図を示します。



図1. 望遠鏡でおおよそ150倍で見た金星の日々の変化(シミュレーション)

一方、前ページ「あけの星空」の図にあるように、ともに西矩(太陽と西に90度直角方向になる)を迎える木星と土星が、夜中すぎの空に並んだ様子が見られます。4月15日には下弦の月も加わり、おっかけ昇る火星とともに南東の空を賑わせます。

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
4	15	水	●下弦(8時)／木星が西矩 月と木星と土星が集まる
	16	木	土用の入 火星とアンタレスが接近
	19	日	穀雨
	21	火	月が最遠(406,500km) 土星が西矩
	22	水	4月こ座流星群が極大(15時)
	23	木	●新月(11時)
	26	日	夕空に金星と月がならぶ
	28	火	金星が最大光度(-4.5等)
	29	水	昭和の日

月	日	曜	主な天文現象など
5	1	金	●上弦(6時)／八十八夜
	3	日	憲法記念日
	4	月	みどりの日
	5	火	立夏／こどもの日 水星が外合
	6	水	振替休日 月が最近(359,700km)
	7	木	○満月(20時)／みずがめ座 エータ流星群が極大のころ
	14	木	●下弦(23時)
	15	金	月と火星がならぶ

ヴィラ・シュトゥックの太陽系図について

石坂 千春(大阪市立科学館学芸員)

1. ある日、一通のメールが…

—昨年12月、一通のメールが届きました。

「はじめまして。O大学大学院文化表現論専攻 西洋美術史研究室 博士前期課程のAと申します。

19世紀末から20世紀初頭にかけてドイツ・ミュンヘンで活動した画家、フランツ・フォン・シュトゥックの自宅兼アトリエであるヴィラ・シュトゥックの音楽室に描かれた天井画(1899-1901ごろ制作)について調べていますが・星座の配置については実際の天球を踏まえたものなのか

・惑星の配置、彗星については特定の日時に該当する可能性があるか

という点につきまして、ご意見をお伺いしようと思っております。

これまでの調査では、次のことが分かっています。

・先行研究では1895年8月中旬の惑星の配置を参照したものの、とする指摘があるが、具体的な根拠は一切示されていない

・複数の先行研究では星座については実際の天球を意図したものではないと言われている」



図1. ヴィラ・シュトゥック美術館 ©Villa Stuck



図2. 音楽室 ©Villa Stuck

2. フランツ・フォン・シュトゥック？

恥ずかしながら、このメールをもらうまで、フランツ・フォン・シュトゥックという画家のことは全く知りませんでした。また、話の舞台であるヴィラ・シュトゥックがミュンヘンの

イツ博物館のすぐ近くにあることも初めて知りました(2017年にミュンヘンに滞在した際は、存在を知りもしないので、訪れていません…)。

フランツ・フォン・シュトゥック(1863年2月23日-1928年8月30日)は「象徴主義」の画家で、1889年にはパリ万博で金賞を受賞、1895年にはミュンヘン美術院の教授に就任しています。当時のミュンヘンの画壇を代表する人と言っていいでしょう。

そのシュトゥックがメアリー・リンドペインターと結婚した1897年に設計・建築した自宅兼

アトリエがヴィラ・シュトゥックです。調度品や装飾もシュトゥック自身が制作しています。ヴィラ・シュトゥックは現在では美術館として公開されています。

メアリーはミュンヘンで有名な歌手でした。そのためか、ヴィラ・シュトゥックにはポンペイの住居を模した音楽室が設けられました。その天井に、シュトゥックは太陽系図を描きました(図4)。

メールの質問は、この太陽系図がリアルかどうか、というものでした。



図3. 自画像(Wikipediaより)



図4. ヴィラ・シュトゥックの音楽室天井の太陽系図
太陽のところに照明があり、その周りに8惑星が描かれている。
周囲には獣帯と十二宮が配置され、長大な彗星も目を引く。

(Heidelberg Univ Libraryより)

3. 天文学的視点からの考察

一見してすぐ分かることは、先行研究でも指摘されていたとおり、背景の星空が正しくない、ということです。星座としての目立つ配置が見当たりませんし、とにかく天の川の位置が全く違います(天の川は図4でいえば、双児宮から太陽の下を通過して天蠍宮を抜けるように描かれるはず)。

それはさておき、惑星の配置はとても“リアル”に見えました。もしも意図的に配置するのなら、もっと“きれい”に整列させるのではないのでしょうか(例えば、太陽に近い順にらせん状に時計回りに配置させるとか…)。

それで、もしかしたら、シュトゥックはある特定の年月日での実際の太陽系の惑星の配置を描いたのかもしれない、と思い、星空シミュレーションソフトのステラナビゲータ11(アストロアーツ)を使って惑星配置が一致する年月日を探してみることにしました。

まず、問い合わせメールにあった「1895年8月中旬」の惑星配置を再現してみました。図示はしませんが、全然違います。合っていたのは木星と土星が反対方向にある、ということだけでした。

自身の誕生日か?と1863年2月23日も試しましたが、やはり全く違います。

ちなみに、この図が星占いで使うホロスコープか、という可能性は早い段階で棄却しました。ホロスコープは地球から見た惑星配置なので、内惑星である水星や金星は太陽とほぼ同じ十二宮に配置されるはずですが、そうはなっていませんし、なによりホロスコープで最も重要な天体「月」が描かれていないからです。

さて、図4の惑星配置が示す年月日を特定しようとした時、最も注目すべき惑星はどれでしょう?

そうです。天王星と海王星です!

この太陽系図で天王星と海王星が並んでいる、つまり「会合」していることがキーとなります。なぜなら、天王星(公転周期84年)と海王星(公転周期164.8年)が会合するのは、およそ171年に1回という珍しいことだからです。

なお、海王星は1846年に発見されていますが、これは1822年の天王星との会合が幸運をもたらしています。会合の時には互いの重力的影響が最も大きくなるので、天王星の公転運動が予測から外れます。ジョン・アダムズやユルバン・ルヴェリエは、1822年前後の天王星の位置のズレから海王星の位置を予言したのです。

海王星の発見は19世紀天文学上の大ニュースだったので、シュトゥックが天王星と海王星が並んだ年を選んだのかもしれない、と1822年の惑星配置もステラナビゲータで再現してみましたが、残念ながら1822年もハズレでした。

ともかく、次のような方針で、惑星配置がシュトゥックの太陽系図と同じになる年月日を探すことにしました。

- 1)天王星と海王星が地球とはほぼ反対の方向で会合していること
- 2)真夜中に秋の星座領域が南中すること(8~10月)

4. 282年10月上旬？

天王星と海王星が会合したのは、1822年から遡って1650年、1478年、1307年、1136年、965年、794年、623年、455年、282年、111年、BC61年…です。

その年を指定して惑星配置を調べればいいのですが、もしかしたら天王星や海王星#以外#の惑星の位置が全部一致している年があるかもしれません。

そこで実際には、ステラナビゲータの表示形式を「太陽系」にして、9月下旬を指定、地球が画面上真上になるように表示したまま、#1年ずつ#遡っていきました…。

そして1540クリック目の「282年」、画面にあの配置が現れました(図5)。

私には、8つ全ての惑星が、シュトゥックの太陽系図とピッタリ一致しているように見えました。目を疑いました。何度も確かめました。でも、やはり一致しているように見えます(正直に言えば、絵と実際の惑星位置とは20~60度ほどのズレがあります)。

さらに、絵の中で目を引く彗星についても、特定ができた気がします。

彗星にはいろいろなタイプがあります。ポーッと丸だけのもの、太くたくましいもの、扇のように尾を広げるもの、頭でっかちで尾が細長いもの、そして図4のように、頭が小さく尾が長大なもの…。

シュトゥックの太陽系図に描かれた彗星は、1858年に出現した大彗星ドナティ彗星にそっくりです。

実際、ドナティ彗星の軌道を図5にも記しています。もちろん、ドナティ彗星は長周期彗星で、軌道は黄道面上にはなく、図5のように土星軌道の内側で閉じているわけではありませんが、絵の彗星の尾がピタリとドナティ彗星の

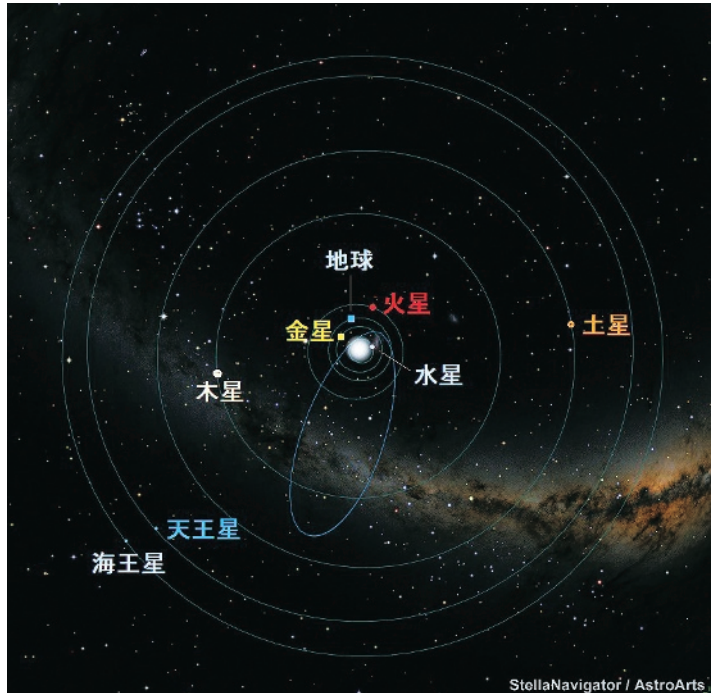


図5. ステラナビゲータ11で再現した282年10月10日の太陽系

軌道と重なります。

ドナティ彗星が来たのはシュトゥックが生まれる前ですから、本人が直接この彗星を目撃したわけではないでしょうが、ドナティ彗星は19世紀で一番の彗星と言われて、多数の絵が残されていますから、きっとシュトゥックも「彗星」というと「ドナティ彗星」をイメージしたことでしょう。

さて、シュトゥックの太陽系図が282年10月上旬の惑星配置と一致したことで万々歳か、というと、そうはいきません。

「なぜ282年？」という疑問が生じるからです。

もしシュトゥックにとって「282年」が大きな意味を持つなら、その年の惑星配置を描く動機となりますが、調べてみたところ、282年の出来事としては「ローマ皇帝マルクス・アウレリウス・カルの即位」だけです…。おそらく、シュトゥックとは全く関係がない…。

それに、私はステラナビゲータという優れたソフトを使いましたが、シュトゥックは持っていなかったはず…というか、持っているはずがない。間違いない。シュトゥックは282年の正確な惑星配置を知りようがないのです。

シュトゥックは何かの図版を参考にしたのでしょうか？でも282年の星図に天王星と海王星が描かれているはずはないし…。

5. 「象徴」としての惑星配置？ナゾは解けるか…？

となると、282年の惑星配置と一致しているのは単なる偶然で、シュトゥックはある隠された意図をもって太陽系図を描いたこととなります。

シュトゥックの太陽系図は、惑星を十二宮で示された12の領域に配置したと見ることができます(図6)。

「12」が象徴するものとは何か、それが分かれば、シュトゥックが隠した意図を知ることができるかもしれません。

ここで問題になるのが、どう分割するか、です。

困ったことに、シュトゥックの太陽系図では十二宮の記号と絵

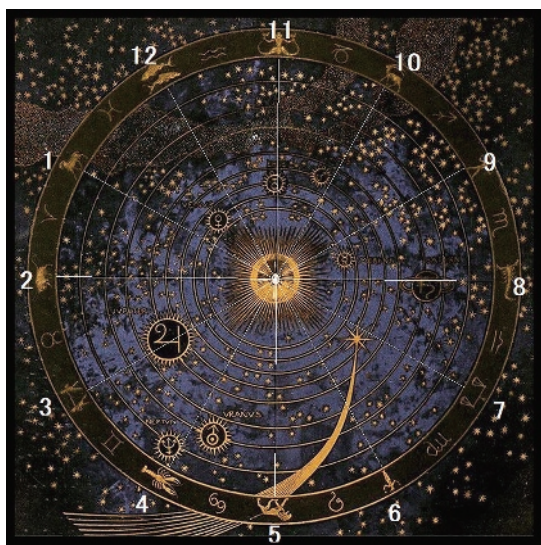


図6. 白羊宮から反時計回りに番号を振る

の位置が反対になっています。反時計回りに獣帯を描く場合、通常は記号(白羊宮

なら「γ」—絵(白羊宮なら羊)の順に描かれ、記号から次の十二宮(白羊宮の次は金牛宮)の記号(金牛宮なら「♉」)までが、その領域となります。シュトゥックの太陽系図では、記号と絵のどちらを基準にしたらいいのか、特に微妙な位置に惑星が描かれている場合、悩みますが、ともかく、太陽から近い順に惑星に数字を振ってみました(下表:とりあえず彗星は省いています)。

まず、単純に白羊宮を1として反時計回りに数字を割り振ると、12桁の数になります。スイス銀行の口座番号が金庫の開錠番号でしょうか?いや、こんな目立つところに秘密にすべき番号のヒントを記すことはないでしょう。

では時計でしょうか?地球が12時のところにあるとして、獣帯を文字盤に見立てると、下表のような数列になります。もし金星が10時ではなく11時(23時)、火星が1時ではなく2時に割り当てられるなら、地球を除く最初の数字は63-23-2となり、シュトゥックの誕生日になります。でも、後半の数列8-3-7-7はよくわかりませんし、数字の当てはめ方が恣意的な感じが否めません。

数字ではなく、ラテン文字である可能性はどうでしょう?ラテン語にはJ, U, Wが無いので23文字ですが、図4で木星をJVPITERと書いているように見えるので、Jを加えて24文字です。アトバシュの暗号のように十二宮と対応させると、文字列は…やっぱり全く意味が分かりません(誰かの名前になればと期待しましたが、甘かった…)。

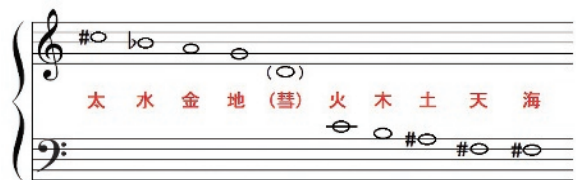
ところで、この太陽系図が描かれているのは「音楽室」です。そして1オクターブの中には、白鍵と黒鍵合わせて12の音階があります。惑星の位置は音階を表すのではないのでしょうか!?上羽学芸員のアドバイスに従い、獣帯に周波数比3:2で音階が並ぶ五度圏を当てはめてみました(図7)。

はたして、これは「天球の音楽」を奏でているのでしょうか…? (いしざか ちはる)

表:ヴィラ・シュトゥックの太陽系図にさまざまな象徴を当てはめてみる

	太陽	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
獣帯	獅子	天蠍	双魚	宝瓶	磨羯	双児	天蠍	巨蟹	巨蟹
数字	5	8	12	11	10	3	8	4	4
時計	6	3	10	12	1	8	3	7	7
羅語	E,T	H,Q	L,M	K,N	J,O	C,X	H,Q	D,V	D,V
音階	D♭ ド#	B♭ ラ#	A ラ	G ソ	C ド	B シ	B♭ ラ#	G♭ ファ#	G♭ ファ#

図7. 太陽系図に音階を当てはめてみた例。ここでは高音から低音へと下がる系列になっている。音階の当てはめ方には他の方法もある。



銀河の渦にうずうずする・・・

1. 銀河はなんで渦を巻く？の巻

渦巻銀河は美しい(図1)。

私たちの天の川銀河も中心部が長い樽のような形をした棒渦巻型だと考えられています。もしも外から天の川銀河を眺めることができれば、それはそれは壮観なことでしょう。

では、そもそも、なぜ銀河は渦を巻くのでしょうか？

銀河の渦を作るメカニズムとして有力なのは「密度波」理論です。簡単に言えば渦そのものは実体を持ったものではなく、恒星が渋滞している場所である、という考え方です。高速道路の渋滞は決まった場所にできますが、車は常

に入れ替わっています。銀河の場合、あるきっかけによって恒星が渋滞する場所が形成されますが、銀河自体の回転によって、渋滞する場所は「渦」を巻きます。

単純化したシミュレーションをしてみました(図2:t=1は約1300万年に相当)。

図2aは初期状態です。恒星は円軌道で反時計回りに公転しているという設定にしました。図2b以降では黄色×のところには近接銀河に相当する重力源を置いています。現実的には近接銀河が左右対称に存在するということはありませんが、左右に引き延ばす潮汐作用を模すために同じ質量の重力源を同じ距離に1つつ置きました。

恒星が重力源によって軌道を乱され、密集した部分が全体として渦を形成していることがわかります。

※動画にしたものはプラネタリウム「銀河うずうず」をご覧ください。



図1 渦巻銀河M77 ©NASA/ESA/HST

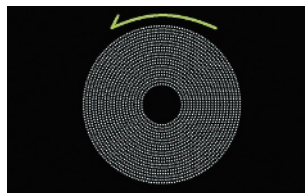


図2a:初期状態

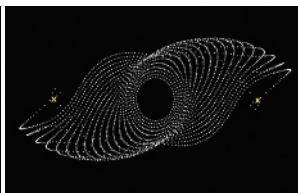


図2b: t=6.0



図2c: t=9.0

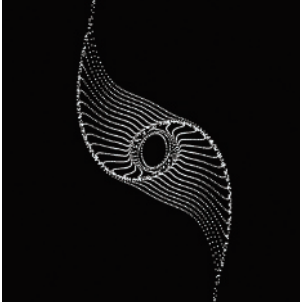


図3a

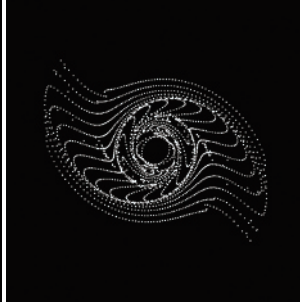


図3b

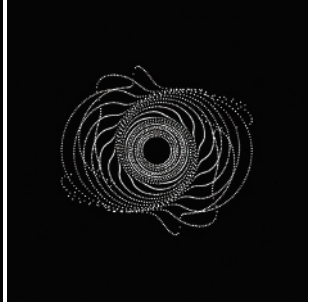


図3c

また、初期状態や重力源の位置・動き等の条件を変えると違ったパターンが現れます(図3)。

2. 磁場も渦を“巻ぐね”

このように密度波によって渦が形成されると、密集するのは恒星だけではなく、

当然、銀河の中にある星雲も渦に沿って圧縮されます。

星雲が圧縮されれば、そこで盛んな星形成が起きます。渦巻銀河で渦が目立っているのは、圧縮された星雲で明るい大質量星がたくさん生まれるからです。さらに、星雲(ガス)が圧縮されると磁場も強くなるはずで

NASAの成層圏飛行赤外線天文台SOFIAが渦巻銀河M77(距離4700万光年)の偏光を観測し、銀河の磁場構造を明らかにしました(図4)。

たしかに、密度波理論の予測どおり、磁場が渦に沿って強くなっていることが分かります。磁場も渦を巻いていたのです。

★原典:<https://www.nasa.gov/feature/how-to-shape-a-spiral-galaxy>



図4 渦巻銀河NGC1038(M77)の磁場
©NASA/SOFIA/JPL-Caltech/Roma Tre Univ.

石坂 千春(科学館学芸員)

ジュニア科学クラブ 4



プラネタリウムで星をさがそう

みなさんは、夜空に見える星の名前がわかりますか？ ジュニア科学クラブでは、毎月プラネタリウムを使って、いろいろな星を紹介していきます。



今、夕方の西の空に明るく見えているのは、金星という星です。よいの明星(みょうじょう)と呼ばれることもあります。とても明るい星で、夕方、辺りが暗くなり始めたらすぐに見えてきます。

それから、星うらないに出てくる、しし座やおとめ座の星が見えています。ひしゃくの形をした北斗七星も有名です。北斗七星からは、北極星をさがすことができます。

星空は、毎日少しずつ変わっています。1年間、ジュニア科学クラブでいろいろな季節の星を覚えて、本物の夜空でも星をさがせるようになりますよ。

えごし わたる(科学館学芸員)

■4月のクラブ■

4月19日(日) 9:45 ~ 11:30ごろ

◆集 合：プラネタリウム・ホール(地下1階)

9:30~9:45の間に来てください

◆もちもの：会員手帳・会員バッジ・月刊「うちゅう」4月号・筆記用具

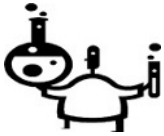
◆内 容： 9:45~10:30 プラネタリウム(全員)

10:45~11:30 実験教室(会員番号 前半)

10:45~11:30 サイエンスショー見学(会員番号 後半)

・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。・サイエンスショー見学後は自由解散です。
※予定は変更とな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。

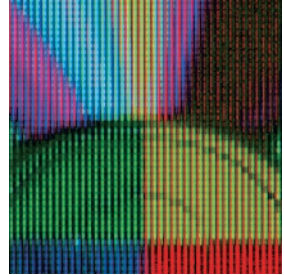


4・5月の実験教室

いろいろな色

テレビやパソコンの画面

みなさんの家に虫めがねがあったら、テレビやパソコンの画面を見てみましょう。すると、画面にはいくつかの色の小さな四角がたくさんなっています。どんな色の四角がなっているでしょう？ただし、とても小さな四角なので、虫めがねでもよくわからないかもしれません。



カラープリンターのインク

カラープリンターはいろいろな色の印刷をすることができますね。みなさんの家にカラープリンターがあったらどんな色のインクを使っているのか、とりあつかい説明書か、インクが入っている入れ物に書いてある名前を調べてみましょう。たくさんの色のインクが使われているでしょうか？



カラーにできるか実験

ジュニア科学クラブでは、テレビやパソコンの画面にある色だけを使っていろいろな色にできるか、実験してみましょう。また、カラープリンターのインクのひみつをたしかめて、使っているインクの色だけで、みなさんの写真をカラーにすることができるか、実験してみましょう。

みなさんが持ってくるもの

- 筆記用具
- 材料は、科学館でじゅんびします。

はせがわ よしみ(科学館学芸員)



窮理の部屋 171

熱気球

みなさんは「気球」と聞くと、どのようなイメージがあるでしょうか？空にふわふわ浮かんでいて、のんびりまったり…。色々あると思いますが、実は、熱気球には中学や高校で習う身近な科学が満載です！今回は、そんな熱気球についてご紹介します。

気球とは？～熱気球とガス気球～

「気球」と一言で言っても、浮かぶ原理によっていくつか種類があります。「熱気球」や「ガス気球」、熱気球とガス気球の仕組みを組み合わせた「ロジェ気球」などです。まずは、熱気球とガス気球について簡単にご紹介します。

【熱気球】

日本で人が乗る気球として一般的なものは、「熱気球」です。熱気球は、空気を熱して、暖まった空気の力で浮かびます。暖かい空気と冷たい空気では、暖かい空気の方が軽いのです。そのため、暖かい空気は上昇します(冬に暖房をつけると、天井付近の方が暖かく、足もとが寒いのもこのためです)。熱気球では、バーナーを焚いて、球皮(風船部分)の中にある空気を熱します。そして、外の空気より軽くなった球皮の中の空気が上昇しようとする力で浮かぶのです。球皮内の温度は、100度近くまであがることもあるそうですが、なんと、400kgほどもある重い機体を持ち上げてしまうんです。

一方、着陸したいときは、球皮のてっぺん部分にある「リップパネル」という熱気を抜く穴(排気弁)を開いて、球皮の中の温度を下げて下降します。ただし、熱気を一気に抜きすぎると急降下するので注意が必要です。ちなみに…何もしないと空気が冷めて熱気球はだんだんと下へ降りていきます。そのため、こまめなバーナー操作で飛行高度を調整します。また、燃料はプロパンガスで、ボンベをバスケットに積んで飛行します。



熱気球



(↑バーナーON！炎が見えている)



Photo N.Nishioaka

ガス気球

〔写真：(有)エアロノーツ〕

【ガス気球】

ガス気球は、ヘリウムなど空気よりも軽いガスを風船部分に詰め込むことで、浮力を得ます。そのため、熱気球とガス気球とは形が違っており、ガス気球の風船部分は、ガスが漏れないように閉じられています。

また、ガス気球には、砂袋などの重りをつけており、上昇したいときは重りを放して機体を軽くし、下降したいときは、風船部分に詰めてあるガスを抜きます。熱気球は燃料のガスがなくなると飛ぶことはできません。一方ガス気球は、ガスがあっても、捨てる重りがなくなると、高度を上げることができなくなります。

生活に身近なところでは、広告などに使われているアドバルーンや、高層気象観測に使われているラジオゾンデなどもガス気球に含まれます。

(ラジオゾンデは展示場4階に展示しています。)

熱気球が飛ぶ原理

熱気球は内外の空気の温度差によって浮力を得ますが、これは、水中で体が浮くのと同じで、中学校で習う「アルキメデスの原理」で説明ができます。アルキメデスの原理は「物体にはたらく浮力の大きさは、その物体がおしのけた液体(気体)の重さに等しい」というもので、熱気球の場合は、球皮の中で暖かい空気がおしのけた空気(もと球皮の中にあつた周りの空気)分の浮力を受けています。そして、「おしのけられた空気(周りの空気)の密度 > 内部の暖かい空気の密度」となるため、浮くことができます。夏と冬では、冬は気温が低いいため、バーナーを焚くと内外の空気の温度差がつきやすいです。そのため、夏よりも冬の方が燃費は良くなります！

また、熱気球は自分で進むことはできません。飛行機のようなハンドルやエンジンはなく、あるのはバーナーだけ。できるのは、高さを変えることだけです。そのため、どこに向かうかは風まかせ…。しかし、風は、高さによって様々な方向に吹いています。熱気球のパイロットは、どの高さで、どの方向へ、どれくらいの強さの風が吹いているか…。これからどのように風が変化するか…。など、風を読みとり、理想の風を探して、その風に乗って、行きたいところへ向かいます。さらに、昼になると太陽が地面を暖めることによる上昇気流が発生しやすくなります。そのため、熱気球は気流が安定している早朝に飛ばすことが多いです。熱気球と気象には深いつながりがあり、熱気球を安全に飛ばすためには、天気図などを参考に、お天気(気象状況)を読み解くことが大切です！

科学館で展示されている仕組みも…

熱気球には、定滑車や動滑車も使われています。科学館の展示場4階に滑車の働きを体験できる展示がありますが、では、熱気球のどの部分に滑車が使われているのでしょうか？熱気球の構造についても、またの機会にご紹介できればと思います。

西岡 里織(科学館学芸員)



窮理の部屋 172

ウラシマ効果と双子のパラドックス1

1. はじめに

相対論の世界では、動いている物体が重くなったり、長さが縮んだり、時計の進みが遅くなったりと不思議なことが起こります。そして、勘違いや間違いをよくやっぺてしまいます。なので、僕は相対論の質問があると相対論はよくわからないと言って逃げ回っていました。でもいわゆる双子のパラドックスといわれる問題に似た問題に答えなければならなくなって、改めてちょっと考えてみました。

2. 不思議なミュオン

電子とよく似たミュオンと呼ばれる粒子があります。違うところは質量だけで電子の200倍近くの106MeV。MeVというのはエネルギーの単位なのですが、素粒子の世界では質量とエネルギーは同等とみなされるので、質量を表すのにエネルギーの単位を使います。ミュオンは50万分の1秒(2.2マイクロ秒)の寿命しかなく、2つのニュートリノを出して電子に壊れます。

このミュオンを使って火山などの巨大な物体の内部をレントゲン写真のように撮影する装置が、4階に展示しているミュオグラフィです。ミュオンは宇宙線として空から降ってきます。その頻度は1秒間に手のひらの面積に約1個です。地上に届く宇宙線の大部分がミュオンです。

このミュオンは宇宙のかなたからやって来るのではなく、宇宙から地球に飛び込んできた粒子(=1次宇宙線と呼ばれます)が大気と反応して作られる2次宇宙線です。ミュオンのほとんどは、高度10km程度のところで発生します。

ちょっと待ってください。ミュオンの寿命は2.2マイクロ秒しかないのですから、光の速度で飛んできたとしても660mほどしか移動できないはずですが、どうして高度10kmで発生したミュオンが地上に降って来るのでしょうか。



写真1. 展示場4階のミュオグラフィ装置。ミュオンを使って、火山のような巨大な物体の内部をレントゲン写真のように撮影できる。これはウラシマ効果の賜物。

3. 相対論的効果

ここで、相対論の登場です。 $E=mc^2$ という有名な式があります。この式を使って計算してみましょう。地上に届くミュオンの平均エネルギーは3GeV。上空で発生したミュオンは近くの電子を弾き飛ばし、エネルギーを失いながら飛んで来るのですが、ここでは、3GeVのエネルギーを持ったミュオンがそのまま飛んでいるとしましょう。さて、この3GeVエネルギーは静止エネルギーと運動エネルギーの和です。ミュオンの静止エネルギーは106MeVでしたからずいぶん運動エネルギーが大きいです。これは光の速さに近いスピードで飛んで来ているということです。

相対論では運動する物体は重くなります(エネルギーを持つ)。 $mc^2(=3\text{GeV})$ と $m_0c^2(=106\text{MeV})$ の間には、ミュオンの速度を V 、光の速度を c と置くと $mc^2=m_0c^2/\sqrt{1-(V/c)^2}$ の関係があります。この式から $V=0.99938c$ が求まり、ミュオンは実に光の99.938%の速度で地上に降って来るのでした。なお $1/\sqrt{1-(V/c)^2}$ は相対論によく出てくる因子でローレンツ因子 γ (ここでの値は28.3)と呼ばれます。今の例では、光速の99.938%という非常に速い速度で動いているため、28.3倍も重くなったということです。

このとき、ミュオンと一緒に動く時計は、地球の1/28.3倍ゆっくり進みます。つまり、ミュオンの寿命が28.3倍になるのです。すると寿命が尽きるまでに18.6kmも飛ぶことができるようになり、十分に地表に到達できるのです。この寿命の延びる効果のことをウラシマ効果と呼びます。

ミュオンから見れば、寿命はそのまま相対論の効果で18.3kmの距離が1/28.3、つまり647mに縮んだとみることもできます。

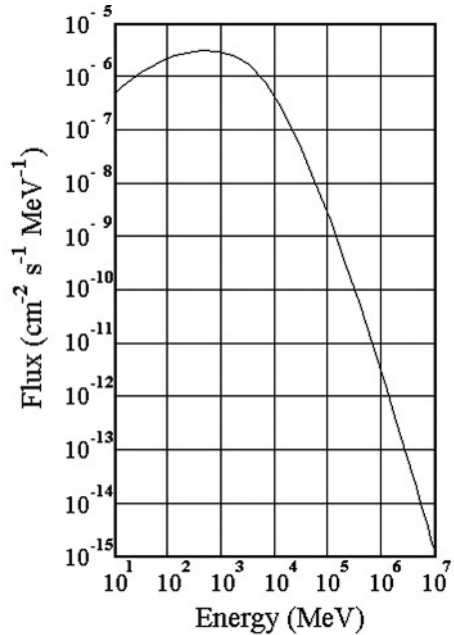


図1 地表におけるミュオンのエネルギー分布。2009年高エネルギー加速器研究機構サマーチャレンジのテキスト「宇宙線を目で見よう」より

科学館アルバム

今月は2月のできごとをレポートします。2月になっても新型コロナウイルス感染症は拡がり続け、ついに科学館も緊急対応策として、2月29日(土)から臨時休館することとなりました。様々なイベントも中止せざるを得ず、楽しみにして下さっていた皆様には本当に申し訳ない気持ちです。

2月1日(土)

楽しいお天気講座「雪の結晶を作ろう」



日本の冬の代表的な気象現象である雪について気象予報士の方よりお話を聞いた後、ペットボトルの中で雪の結晶を作る実験を行い、結晶ができる様子をじっくり観察しました。

2月1日(土)

天体観望会「月とすばるを見よう」



当日少し雲はあったものの、月やすばるを見ることができました。大型望遠鏡で迫力のある月をながめたり、指導員さんの解説で、すばるを一緒に見あげたりと、大いに楽しんでいただきました。

2月2日(日)

ワークショップ「たくさんの積み木で遊ぼう」



積み木のルーツであるプレーベルの「恩物(おんぶつ)」の現代版を使って、みんなで大きな作品作りに挑戦しました。小さなお子様も頑張ってくれて、見事巨大な作品を完成させました！

2月8日(土)

科学実験大会2020



実験ショーが得意な皆さんが大集合！おもしろい科学実験を披露してもらいました！1グループの持ち時間は15分と短いながらも、それぞれに工夫した実験を多くのお客様が楽しんでいました。

2月13日(木)

中之島科学研究所コロキウム



川井 正雄 研究員より、2019年の国際周期表年に完成した化学切手同好会版「切手の元素周期表」の紹介や、収録されている切手の様々なピクソについて、お話がありました。

2月16日(日)

ジュニア科学クラブ



前半は小野学芸員によるサイエンスショーで、やわらかい物体の性質を楽しく学び、後半はIBMの皆さんの指導で、風の力で走る「ヨットカー」を工作しながら、風力について学びました。

2月16日(日)

ファミリー電波教室



ハンダ付けなどをして、ラジオを組み立てました。完成したラジオで実際に聞こえるか、屋外に出て試してみました。参加者は電波がどのようなものか、実験や工作を通して楽しく学んでいました。

2月22日(土)・23日(日・祝)

学芸員スペシャル「オーロラナイト」



オーロラ写真家の中垣 哲也さんをお招きして、「オーロラナイト」を開催！お客様には45分間たっぷりと臨場感あふれるオーロラと、その向こうに透けて見える満天の星をお楽しみいただきました。

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。



5月末までの **科学館行事予定**

感染症の拡大防止のため、開館状況、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をご覧ください。

月	日	曜	行 事
4	開催中		プラネタリウム「銀河うずうず」(~5/31)
			プラネタリウム「HAYABUSA2 ~REBORN」(~5/31)
			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「やわらか物体だいへんしん」(~5/31)
			サイエンスショー「特別サイエンスショー」(土日祝休日)
			新コレクション展2020(~5/31)
5	9	土	理科実験野外教室 科学館会場2020(~5/10)
	14	木	中之島科学研究所コロキウム
	19	火	企画展「はやぶさ帰還10周年」(~7/12)
	23	土	楽しいお天気講座「天気予報にチャレンジしよう」(5/13 必着)

プラネタリウムホール 開演時刻

平日	9:50	11:00	11:55	13:00	14:00	15:00	16:00	
	学習 投影	ファミリー	学習 投影	はやぶさ2	銀河	はやぶさ2	銀河	
土日 祝休日	10:10	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
	ファミリー ^{※1}	銀河	はやぶさ2	ファミリー	銀河	はやぶさ2	銀河	学芸員 SP ^{※2}

所要時間:各約45分間、途中入退場不可

- 銀河:銀河うずうず
- はやぶさ2:HAYABUSA2 ~REBORN
- 学習投影:事前予約の学校団体専用(約50分間)
- 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(幼児とその家族を対象にしたプラネタリウム・約35分間)

※1. 4/19(日)、5/17(日)はジュニア科学クラブのため、10:10からの「ファミリータイム」はありません。

※2. 土日祝休日は、17:00から「学芸員スペシャル」を投影します。

☆学習投影以外の各回についても団体が入る場合があります。

★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ホールから退出していただきます。

プラネタリウム【学芸員スペシャル】 土日祝休日 17:00~

大阪市立科学館にはプラネタリウムを投影する天文担当学芸員が7人います。同じ天文担当学芸員といっても、専門分野は流星、太陽、恒星、銀河・宇宙論、観測、歴史、気象など多岐にわたります。17時の追加投影は通常のプログラム内容ではなく、各天文担当学芸員が、それぞれの個性・分野・時事に応じた内容で投影解説します。学芸員の「おまかせ」投影をお楽しみください。担当学芸員・テーマは、科学館公式ホームページをご覧ください。



サイエンスショー 開演時刻

	10:00	11:00	13:00	14:00	15:00
平日	予約団体専用			○	—
土日祝休日	—	○	○	○*	○

所要時間:約30分間、会場:展示場3階サイエンスショーコーナー
 ※土日祝休日は、14:00から「特別サイエンスショー」を行います。



研修を修了した科学デモンストレーターが、ボランティアで実験ショーを行っています。テーマと日時はホームページでご確認ください。

【特別サイエンスショー】 土日祝休日 14:00～

土日祝休日の14時の回は、物理・化学担当の学芸員が、通常のプログラムとは違ったサイエンスショーを行います。担当学芸員・テーマは、科学館公式ホームページをご覧ください。



■ 新コレクション展2020

大阪市立科学館で最近収集した資料や、未公開の資料を展示します。あわせて、科学館の学芸員が携わっている仕事をパネルで紹介します。

■日時:開催中～5月31日(日) 9:30～17:00 ■休館日:毎週月曜日(5/4は開館)
 ■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)

■ 中之島科学研究所 第112回コロキウム

中之島科学研究所の研究者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:5月14日(木) 15:00～16:45 ■場所:研修室 ■申込:不要 ■参加費:無料
 ■テーマ:Web天文データによるアマチュア天文研究のすすめ
 ■講演者:片平 順一(研究員)
 ■概要:1990年代に、IT普及を背景にした欧米プロ研究者のOpenScience運動が起きました。この運動が、日本のアマチュア天体観測研究に影響を与えてきた30年を振り返りながら、市民の研究活動のこれからを想像します。

KOL-Kit
 コルキット



望遠鏡工作キット スピカ

土星の環も見える!



¥2,800税別

(科学館の売店にもあります。)



オルビス株式会社
 大阪市中央区瓦屋町2-16-12 TEL 06-6762-1538
 オンラインショップ <http://www.orbys.co.jp/e-shop/>

理科実験野外教室 科学館会場2020

「万博公園理科実験野外教室2020」<万博公園で5/31(日)開催>のイベントとして科学館正面玄関前広場で実験を行います。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、おもしろさをご体験ください。

■日時:5月9日(土)、10日(日) 各日10:30~15:30

※プログラムは科学館公式ホームページをご覧ください。

■場所:正面玄関前広場 ■対象:どなたでも ■定員:なし

■参加費:無料 (ただし天候不良時に展示場で開催する場合は、展示場観覧料が必要です)

■参加方法:当日、直接会場へお越しください。

■主催:大阪市立科学館、青少年のための科学の祭典大阪大会実行委員会野外実験班、自然科学の基礎を訪ねる実行委員会

■備考:雨天や強風など、天候不良の場合は展示場で実施します。

その場合は、一部内容を変更することがあります。

楽しいお天気講座「天気予報にチャレンジしよう」

テレビなどで放映される天気予報は、どのようにして作られているのでしょうか。気象観測の方法、天気変化のしくみを学び、明日の天気を予想してみましょう。最後に天気予報を発表します。気象予報士がお話します。

■日時:5月23日(土) 13:30~15:30

■場所:研修室 ■参加費:500円

■対象:小学3年生~中学3年生

■申込締切:5月13日(水) **必着**

■定員:40名(応募多数の場合は抽選)

■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「天気予報にチャレンジしよう」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



昨年の様子

私たちは「**星空**」
作っている会社です。

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
大阪事業所 〒550-0005 大阪府大阪市西区西本町2-3-10
東海事業所 〒442-8558 愛知県豊川市金屋西町1-8
URL: <http://www.konicaminolta.jp/planetarium/>

TEL (03)5985-1711
TEL (06)6110-0570
TEL (0533)89-3570

企画展「はやぶさ帰還10周年」

小惑星探査機「はやぶさ」が2010年6月13日に地球に帰還してから今年で10周年になります。

小惑星探査機「はやぶさ」と、はやぶさが探査した小惑星「イトカワ」、そして、はやぶさの地球帰還の様子などを中心に、当時の写真や実物資料・模型などの展示で振り返ります。

■日時：5月19日(火)～7月12日(日)
9:30～17:00 (展示場の入場は16:30まで)

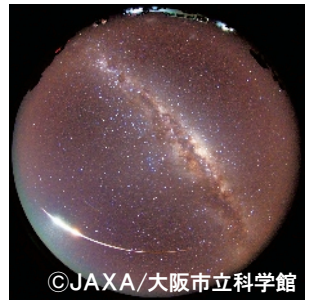
■休館日：毎週月曜日、6/1(月)～6/4(木)

■場所：展示場4階 ■定員：なし

■対象：どなたでも

■参加費：無料 (展示場観覧料が必要です)

■主催：大阪市立科学館



©JAXA/大阪市立科学館
画像：2010年6月13日
小惑星探査機「はやぶさ」地球帰還

お詫びとお知らせ

新型コロナウイルス感染症の拡大防止のため、臨時休館となったり、行事を中止したりと、みなさまには、ご迷惑をおかけしております。大変申し訳ございません。

何卒、ご理解ご協力のほど、よろしくお願いいたします。

なお、今後も開館状況や行事開催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\(https://www.sci-museum.jp/\)](https://www.sci-museum.jp/)をご覧ください。

大阪市立科学館 <https://www.sci-museum.jp/>

電話：06-6444-5656 (9:00～17:30)

休館日：月曜日(5/4は開館)

開館時間：9:30～17:00 (プラネタリウム最終投影は16:00から、展示場の発券・入場は16:30まで)

所在地：〒530-0005 大阪市北区中之島4-2-1

GOTO

星の降る夜に
～流星群の正体に迫る～

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

五藤光学研究所
<http://www.goto.co.jp/>
企画：大阪市立科学館

友の会 行事予定

感染症の拡大防止のため、開館状況、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をご覧ください。

月	日	曜	時間	例会・サークル・行事	場所
4	11	土	11:00~16:30	りろん物理	研修室
			14:00~16:00	うちゅう☆彗むちゅう	工作室
	12	日	14:00~15:30	化学	工作室
			16:00~17:00	光のふしぎ	工作室
	18	土	12:15~13:50	英語の本の読書会	工作室
			14:00~16:00	友の会例会	研修室
			19:30~21:00	友の会天体観望会	3月号参照
19	日	14:00~16:00	りろん物理(場の理論)	工作室	
25	土	19:00集合	星楽	3月号参照	
26	日	14:00~16:30	科学実験	工作室	
5	9	土	11:00~16:30	りろん物理	研修室
			14:00~16:00	うちゅう☆彗むちゅう	工作室
	10	日	14:00~15:30	化学	工作室
			16:00~17:00	光のふしぎ	工作室
	16	土	13:00~17:30	友の会総会	研修室
	17	日	14:00~16:00	りろん物理(場の理論)	工作室
24	日	10:00~12:00	天文学習	工作室	
		14:00~16:30	科学実験	工作室	

4月の天文学習サークルは遠足のため科学館での活動はお休みです。

5月の英語の本の読書会は総会のためお休みです。

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。



4月の例会のご案内

友の会の例会では、学芸員による「今月のお話」の他、会員同士での科学に関する話題の発表があり、科学の話題に触れて会員同士の交流を深めるチャンスです。ぜひご参加下さい。

■日時:4月18日(土)14:00~16:00 ■会場:研修室

■今月のお話:「光と色の三原色」長谷川学芸員

テレビの画面を拡大すると「光の三原色」と呼ばれる3色の画素が並んでいます。また、カラーの印刷には「色の三原色」という「光の三原色」とは違う色が使われています。「三原色」がどうして2種類あるのでしょうか。そもそも「三原色」って何でしょうか。



友の会総会のご案内

5月は毎月の例会ではなく、時間を拡大して、友の会総会を開催します。総会には、会員の皆様だけでなく、ご家族の方も一緒に参加できます。予算決算役員人事などの総会の他、特別講演会、優秀会員の表彰、バザー、懇親会等が開催されますので、ふるってご参加ください。

■日時:5月16日(土)13:00~17:30

■会場:研修室



友の会優秀会員、バザー出品者の募集!

友の会の行事参加のスタンプが、2019年4月~2020年3月の期間に15個以上たまっている方は、優秀会員です。友の会総会の中で表彰いたします。

該当される方は、友の会事務局までお電話あるいは電子メールにて会員番号とスタンプの数をお知らせください。(総会時に会員である方に限ります。)締め切りは4月26日(日)です。

友の会総会でのバザーに出品を希望される方は、5月3日(日)までに友の会事務局までお申し込みください。科学に関連のあるものであれば何でも出品することができます。



友の会 会員専用天体観望会



科学館の屋上で、望遠鏡を使って金星やすばるなどを観察しましょう。

■日時:4月18日(土)19:30~21:00

■開催場所:科学館屋上

■対象:友の会の会員とご家族、ジュニア科学クラブの会員とご家族

■申込:不要

■定員:なし

■持ち物:会員証(ジュニア科学クラブ会員手帳)

■当日の日程

16:00 天候判断(雲が多くて星が見えなさそうな場合は中止します)

19:00~19:30 望遠鏡組立(手伝い・見学したい人は19:00にお集まりください)

19:30~21:00 天体観察(入館は20:30までです。自由解散です。)

21:00~ 片付け、終了

■入館方法:閉館後の行事のため、正面玄関は閉まっています。科学館の建物南西側にある、職員通用口より入館してください。19:30~20:30の自由な時間においで下さい。

※天候が悪い場合は中止いたします。雲が多い天候の場合は、当日16時以降、友の会ホームページや、科学館友の会事務局へのお電話にてご確認ください。

※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。

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



家庭用ビデオテープレコーダー

展示場1階の「家庭の消費電力とエネルギー」では、1978年発売のVHS式ビデオテープレコーダー(ビクターHR-3600)を展示しています(写真1)。

テレビ番組を録画する時、現在では家庭用テレビに専用のハードディスクを取り付けてデジタル録画する方法が主流ですが、少し前までは磁気テープにアナログ記録する方式が一般的でした。

映像信号を磁気テープに録画するビデオ機器が発売されたのは1956年の

ことで、当初は大変高価なため、放送などの業務用がメインでした。家電製品として本格的に普及するようになったのは1970年代になってからです。特に、1975年に「ベータマックス」規格、1976年に「VHS」規格の家庭用ビデオデッキがそれぞれ発売され、普及を決定づけました。両規格とも、幅1/2インチ(12.65ミリメートル)の磁気テープをカートリッジに収めたカセット式テープを使い、回転式ドラムヘッドで画像と音声を記録します。

その後は、記録できる画質や音質の向上、録画の長時間化などが図られ、また両規格のテープを使った家庭用ビデオカメラも普及しました。しかし、2000年代に入るとDVDやハードディスクに記録するデジタル方式にとって代われ、家庭用ビデオテープレコーダーはすでに国内主要メーカーが生産を終了しています。そのため、これまで蓄積された多くのビデオソフトが活用できない状況も生じています。

同じ「家庭の消費電力とエネルギー」では、2000年代に発売されたハードディスクレコーダーも展示していますので、併せてご覧ください。

嘉数 次人(科学館学芸員)



写真1:ビデオテープレコーダー



写真2:ビデオテープ。
 上がベータ用、下がVHS用