

月刊

UNIVERSE

うちゅう

12

2020/Dec.

Vol. 37 No. 9

2020年12月10日発行(毎月1回10日発行)

ISSN 1948-2305

冬の
天の
川

写真:新プログラム「冬の天の川」より(写真:KAGAYA)
プログラム概要については、p.18~19をご覧ください。

通巻441号

2 星空ガイド(12-1月)

4 錯視

10 天文の話題「冬の星はスーパースター」

12 窮理の部屋「対数的なものの見方」

14 ジュニア科学クラブ

16 江戸時代の仕掛け本

18 新プログラム紹介

20 コレクション

『デザグリエ「実験哲学講義」』

21 科学館アルバム

22 インフォメーション

26 友の会

28 展示場へ行こう

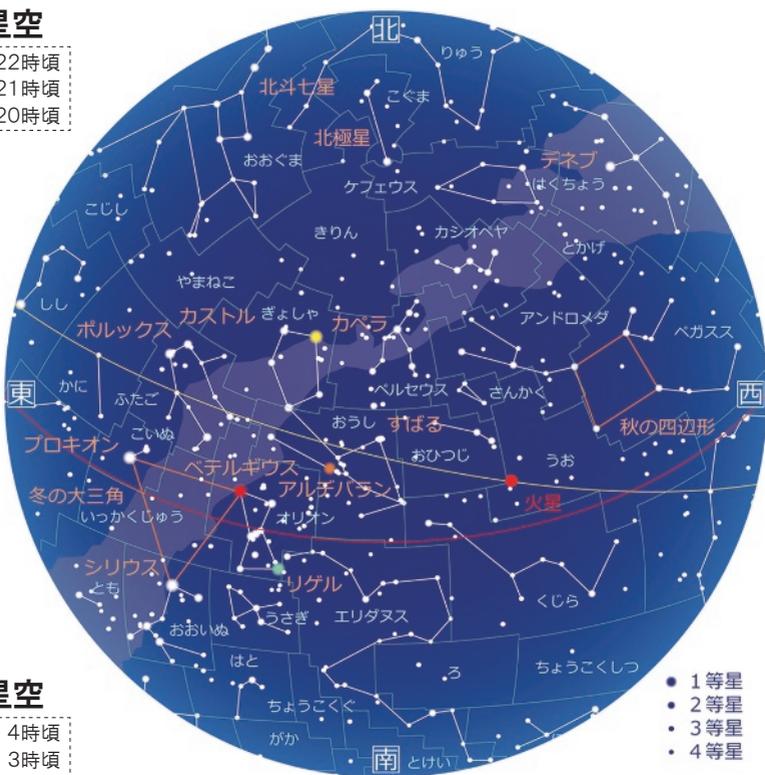
「浮かぶ地球」

大阪市立科学館

星空ガイド 12月16日～1月15日

よいの星空

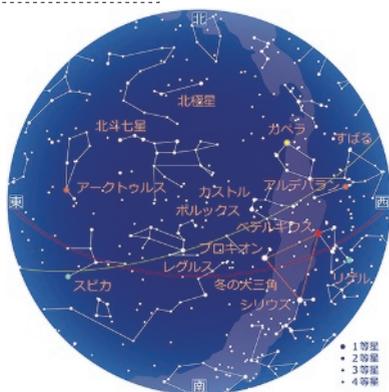
12月16日22時頃
1月 1日21時頃
15日20時頃



- 1等星
- 2等星
- 3等星
- 4等星

あけの星空

12月16日 4時頃
1月 1日 3時頃
15日 2時頃



- 1等星
- 2等星
- 3等星
- 4等星

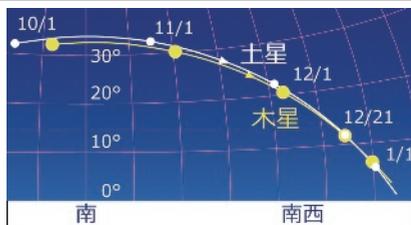
〔太陽と月の出入り(大阪)〕

月	日	曜	日の出	日の入	月の出	月の入	月齢
12	16	水	6:58	16:49	8:27	18:17	1.4
	21	月	7:01	16:51	11:55	23:29	6.4
	26	土	7:03	16:53	14:11	3:11	11.4
1	1	金	7:05	16:58	18:56	8:44	17.4
	6	水	7:05	17:02	---	11:44	22.4
	11	月	7:05	17:06	5:01	15:00	27.4
	15	金	7:04	17:10	8:44	19:12	1.9

※惑星は2021年1月1日の位置です。

木星と土星が接近

12月21日～22日の夕方、木星と土星が非常に接近している様子を見ることが出来ます。夏頃から夕方空ではずっと、明るい木星の左側(東側)に土星が並んでいる様子が見られました。この日、木星と土星の位置が入れ替わり、以後土星は木星の右側(西側)に見えるようになります。



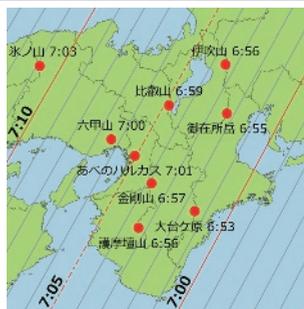
木星と土星の動き(18時ごろ)

初日の出

まもなく2020年も終わりです。2021年、近畿地方の初日の出の時刻を地図に表示しました。大阪の初日の出の時刻は7時5分ごろです。

図は標高を0mとし、水平線が見通せるとして計算しています。また気象条件により、太陽の浮き上がり角度が変化するため、いくらか誤差が生じます。

標高が高い場所では、日の出の時刻が早くなります。そのため山頂では、ふもとに比べて早く日が昇ってきます。なお図に記載した時刻は、山頂から水平線が見通せるとして計算しています。そのため、周囲にも高い山があると、その分、日の出は遅くなります。



近畿各地の初日の出の時刻

江越 航(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
12	17	木	夕空に木星、土星、月がならぶ
	20	日	水星が外合
	21	月	冬至(太陽黄経270°)
	22	火	●上弦(9時)/夕空に木星と土星が非常に接近/こぐま座流星群が極大のころ
	23	水	月と火星がならぶ/金星とアンタレスが接近
	25	金	月が最遠(405,000km)/クリスマス
30	水	○満月(12時)	

月	日	曜	主な天文現象など
1	1	金	元旦
	2	土	地球が近日点通過
	3	日	しぶんぎ座流星群が極大(22時)
	5	火	小寒(太陽黄経285°)
	6	水	●下弦(19時)
	10	日	月が最近(367,400km)/夕空の低空に水星と木星が接近
	11	月	成人の日
	12	火	明け方の低空に月と金星がならぶ/夕空の低空に水星と木星が接近
	13	水	●新月(14時)
	14	木	夕空の低空に月、水星、木星、土星が集まる/冥王星が合

錯視

日本女子大学人間社会学部心理学科 竹内 龍人

1. 錯視とは何か？

錯視(Visual illusion)とは、目にしているものがその物理的な実体、例えば色や形、長さ、動き方などが実際とは異なって見える現象を意味します。錯視図形とは、錯視を引き起こす図形です。図1を見てください。赤い線分1と線分2ではどちらが長いでしょうか？まずは定規を使わずに直観で答えてください。線分2の方が長く感じられるのではないのでしょうか。続いて、定規を使って両線分の実際の長さを測ってください。いかがでしたか？驚いたことに、線分2よりも線分1の方が長いのです。このように、物理的な値(定規で測った値)とは異なって見える時、錯視が起きていると言えます。

さて、皆さんは定規により、線分1の方が線分2より長いことを確認しました。ここで再度図1を見てください。線分1の方が長く見えるようになりましたか？おそらくそうではないでしょう。正解を知ったとしても、線分

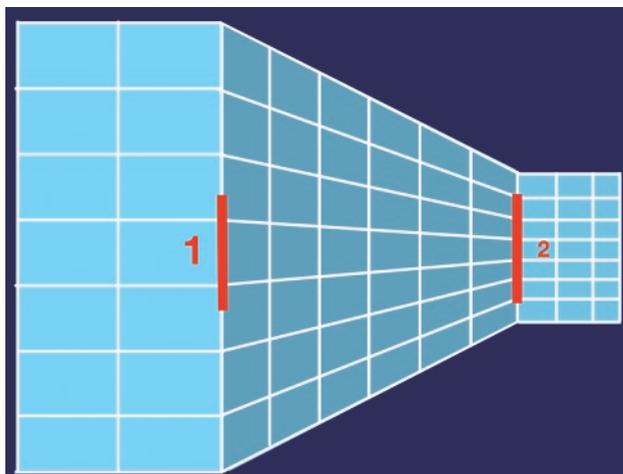


図1. ポンゾ錯視のバリエーション

2の方が長く見えているはずですが、正解(物理的な実体)がわかったとしても見え方が変わることはないのが、錯視の重要な特徴の一つです。図1の錯視図形は、「ポンゾ錯視」と呼ばれる長さに関する錯視を生じさせる図形を改変し、効果がより強まるようにしたものです。

2. 錯視を研究する意味とは

なぜ正解を知ったとしても錯視は見え続けるのでしょうか？私たちがものを見て認識することを、視知覚(Visual perception)といいます。私たちは、目から入ってくる光の情報をあるがままに認識しているわけではありません。光の情報が目や脳に存

在する多数の神経細胞(ニューロン)が構成する神経回路網(ニューラルネットワーク)によりさまざまに処理された結果、視知覚が作り出されます。錯視はそうした処理の過程で生じます。神経回路網による処理は知識に影響を受けることなく自動的に行われますから、たとえ正解を知ったとしても、それにより錯視が覆されることはありません。

人工知能(AI)研究の進展により、コンピュータは将棋や囲碁のプロに勝つことができるようになりました。視知覚をコンピュータで実現する人工知能の研究も進んではいますが、人間と同じ精度でものを見て認識できるまでには到達していません。視知覚を可能にしている神経回路網の働きはとても複雑であり、未解明の点が多いからです。錯視はどのように生み出されているのか、その理由を追求すれば、目や脳における神経回路網の働き的一端が解明できると期待されます。

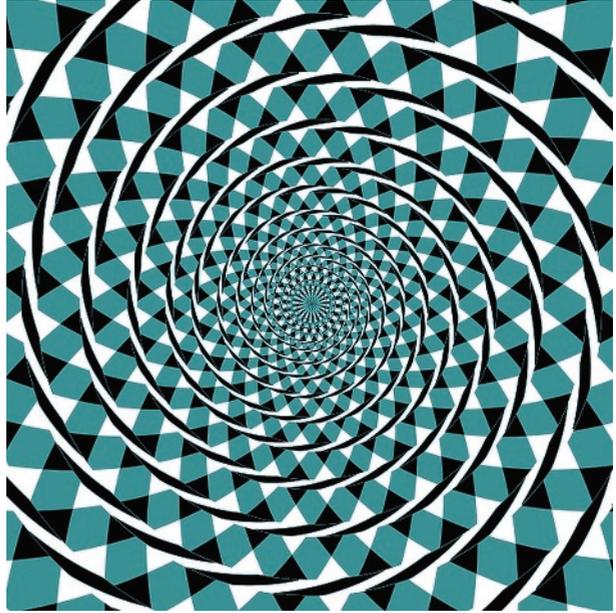


図2. フレイザー錯視

現在知られているだけでも、100種類以上の

錯視があります。錯視研究の主な目的は目や脳の神経回路網を理解することにありますから、多くの錯視図形は、実験心理学や神経科学の学術誌を通して人々に知られるようになりました。図2の図形では渦巻模様が描かれているように見えますが、実はそうではありません。指でたどってみるとわかるように、同心円の集まりなのです。たどっている自分の指もだまされて渦巻のように動いてしまうという強い効果を持つこの錯視は、フレイザー錯視として知られています。心理学者ジェームス・フレイザーが1908年、学術誌「英国心理学ジャーナル(British Journal of Psychology)」上でこの美しい図形を発表しました。

3. カプトガニと錯視とノーベル賞

神経回路網におけるどのような処理が錯視を生み出しているのでしょうか？その答えは一つではありません。目や脳の神経回路網は実に様々な処理を行っており、

各錯視は処理のいろいろな側面を反映しているからです。1950年代、アメリカの神経生理学者ケファー・ハートラインはカブトガニの目にある光受容細胞（入射した光の情報を最初に受け取り処理する細胞）の反応を記録する実験を行いました。カブトガニの光受容細胞は、人間など他の動物の目の網膜（眼球の一番奥にあり、ぎっしりと細胞が並んだシート状の構造体）にある光受容細胞（錐体や桿体）に比べると大きいので、反応が記録しやすかったのです。実験により、光受容細胞群は互いに連結して神経回路網を作っており、そのネットワークを通して互いの反応を弱めるように（つまり抑制するように）働くことを発見しました。この働きは側抑制（そくよくせい）と呼ばれています。これだけでも大発見なのですが、ハートラインはさらに、側抑制が明るさの錯視を生み出していることまで解明しました。

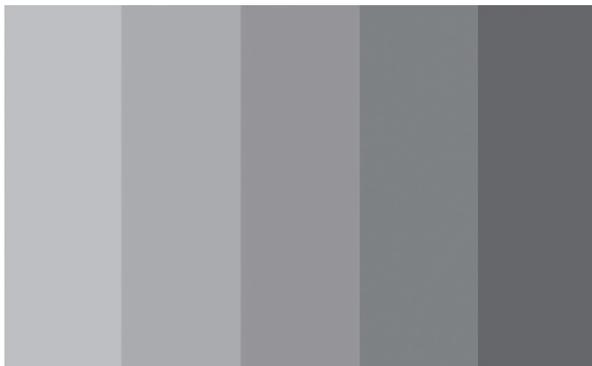


図3. シェブルール錯視

図3をみてください。この図形では、5つの縦長の長方形が描かれています。それぞれの長方形は、灰色でベタ塗りがされていますが、そうは見えないでしょう。どの長方形でも、左側が暗く右側が明るく見えています。この幻のグラデーションはシェブルール錯視と呼ばれています。さらによく見ると、それぞれの長方形の暗い部分（長方形左側）に隣接する別の長方形の部分は錯視により明るくなっています。その逆に、それぞれの長方形の明るい部分（長方形右側）に隣接する別の長方形の部分は暗くなっています。つまり、長方形の境目において明るさの違いが強調され、結果として境界がわかりやすくなっています。ハートラインは、この効果は側抑制により生み出されていると指摘しました。現在では、人間の網膜や脳における神経回路網でも側抑制が生じていることがわかっています。つまり、日常で私たちが見ている物の境目（輪郭やエッジ）はすべて側抑制により強調されていたのです！こうした一連の研究により、ハートラインはノーベル生理学・医学賞を1967年に受賞しました。

4. 残像の大きさを決める脳

よく晴れた日に、地面にくっきり写った自分の影を見つめます。目を動かさずに集中してください。影を見つめたまま20秒程度たったら、さっと空を見上げましょう（図4左）。自分が見つめていた影の形が空に浮かんで見えれば、つまり残像が見えれば成功です。この残像はもちろん錯視です。残像を生じさせるためには、必ずしも空を

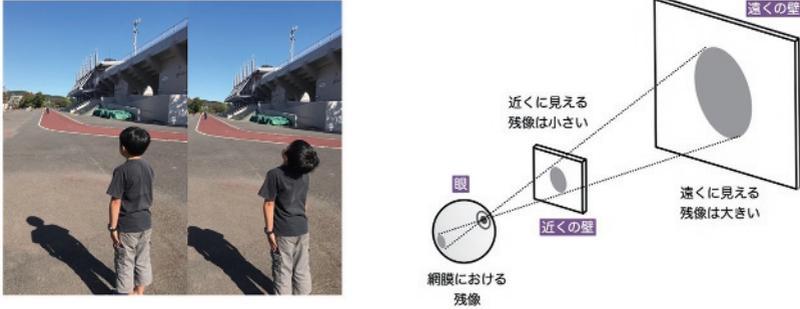


図4 左:影の残像の見かた、右:エンメルトの法則

見上げる必要はありません。近くでも遠くてもいいのですが、壁に目をやればそこに残像を見ることもできます。ですが、その時には残像の大きさが違ってきます。壁までの距離が近ければ残像は小さく、壁までの距離が遠ければ残像は大きくなります。こうした関係はエンメルトの法則と呼ばれています(図4右)。この法則は何を意味しているのでしょうか？

ストロボ光を見た後に目の前に見える影も残像です。強い光により残像が起きたとき、目の網膜上に”焼き付いた”像の大きさは、目に写ったストロボの大きさに固定されているはず(図4右)。したがって、残像の見かけの大きさが状況により変わるのだとしたら、目(網膜)

ではなく脳における作用が原因に違いありません。最近の研究から、視覚に関わる神経回路網が多数存在する後頭葉の視覚野(図5)では、残像の見かけの大きさと後頭葉の活動量が相関していることが分かりました。つまり、網膜における残像の面積が同じであっても、活動している後

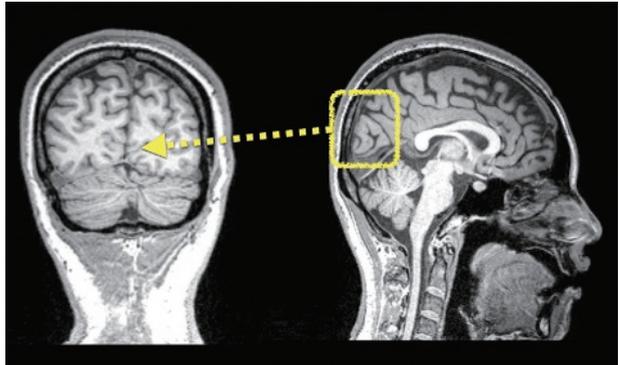


図5 左脳の後頭葉と視覚野。左:後ろから、右:横から

頭葉の面積が大きい時は残像が大きく見え、活動面積が小さい時は残像も小さく見えていたのです。こうした実験から、残像の見かけの大きさは、脳の働きにより決まることがわかります。

日常生活で考えると、距離が変われば、網膜に映る物の大きさは違ってきます。ところが私たちはふつう、距離が違ってても物の大きさに関する判断を間違えることはありません。その理由は、脳により補正された大きさが私たちの認識の元となるからです。例えば、遠ざかる人の像は網膜上でどんどん小さくなりますが、脳は遠い距離のものを大きく補正します。そのために、距離に関わらずその人の背の高さは一定に見えるのです。こうした脳の補正があるからこそ、残像が生じた目を遠い空に向けてと残像は大きく見えるのです。

5. ペンローズの三角形

2020年10月、科学界の巨星ロジャー・ペンローズがついにノーベル物理学賞を受賞しました。ブラ

ックホールの存在証明が受賞理由ですが、ここではペンローズによる錯視研究を紹介しましょう。図6左は『ペンローズの三角形』と呼ばれる図形で、心理学の分野では「不可能図形」と呼ばれています。通

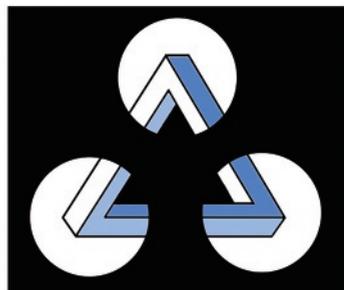
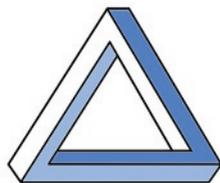


図6 左:ペンローズの三角形、右:三角形における個々の領域

常の三次元空間では実現不可能な図形なのですが、すぐにそうだとわかるわけではありません。この図形の意義は、不可能図形であることがすぐにはわからない点にあります。なぜ見極めが難しいのかといえば、それは図形の各部分は正しい立体だからです(図6右)。三つの円の中で示した部分は全て三次元的にありうる形をしています。こうした個々の情報を脳はどのように統合して図形全体を知覚しているのか、ペンローズの三角形はそうした視覚による統合の仕組みに関する示唆を与えてくれます。ペンローズは、フレイザー錯視(図2)と同じ「英国心理学ジャーナル」に、「錯視の新形態としての不可能立体」というタイトルでこの図形を発表しています。1958年のことでした。

6. 日常生活と錯覚

身近な現象にも錯視がおおいに関係しています。図7上のデルブーフ錯視では、黒円の大きさはその回りを取り囲む円の大きさに依存します。右の黒円の方が小さく見えます。ここからから予測されるように、お皿を大きくすると食べ物の量が少なく見

えるでしょう。白い服を着ると色黒に見えがちであることは、図7下の「明るさの同時対比効果」からも納得できます。回りが白いと中央の灰色はより暗く見えるからです。錯視の数は100個以上だと書きましたが、その一方で私たちの視知覚はそもそも全て錯視であるとも言えます。例えば、室内なのか屋外なのか、朝方なのか夕方なのかといった条件に応じて照明環境は大きく異なるために、その照明光を受けた物体から反射される光の波長成分も大きく異なります。しかし通常、各環境下で色が異なって見えることはありません。赤色の物体はいつでも赤色に見えます。波長成分という点から考えると、これは物理的実体と心理現象との明確な乖離であり、すなわち錯視であるといえます。「色の恒常性」と呼ばれています。

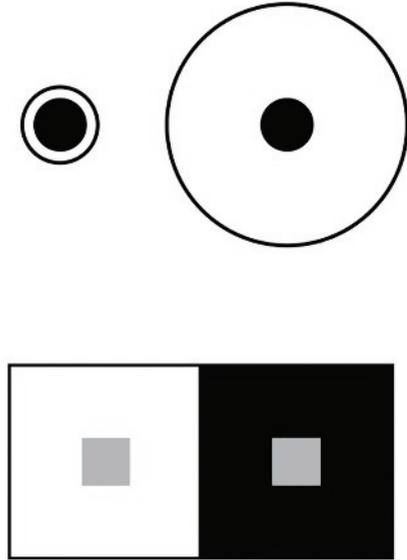


図7. 上:デルブーフ錯視 下:明るさの同時対比効果

光の情報の取得が、網膜に二次元的に配置された光受容細胞(錐体と桿体)に依存している以上、そもそも日常で物が立体的(三次元的)に見えることもまた錯視だといえます。私たちの視知覚は外界をあるがままに捉えているわけではない、という見過ごされがちな事実を錯視は教えてくれるのです。

(作画協力:広島大学大学院人間社会科学研究所 吉本早苗)

著者紹介 竹内 龍人(たけうち たつと)



京都大学文学部卒業。日本女子大学人間社会学部心理学科教授。「だまし絵でわかる脳のしくみ」(誠文堂新光社)、「頭がよくなる!だまし絵1年生」(学研プラス)、「だまし絵~心理の迷宮を楽しむ本」(河出書房新社)など錯視に関する著書多数。

冬の星はスーパースター

冬の星をさぐる。ブライトスター・カタログ

冬になると、星がよく見えます。空のクリアさだと秋の方が上なので、これはもともと明るい星が多いからです。この「多い」とか「少ない」ということを、データベースを使いながら調べてみましょう。

星のデータベースは「星表」です。様々な星表がありますが、季節ごとの星の見え方に関わるのは、肉眼で見える恒星です。そして、その目的に便利なのが、イエール大学天文台発行の「イエール・ブライトスター・カタログ」です。6.5等級より明るい9090個の星の「位置」「明るさ」「固有運動」「色」「スペクトル型」「年周視差(距離)」「自転速度」などが書かれています。かつては書籍だけでしたが1990年頃からデジタル版が入手できるようになり、いまはネットで無料ダウンロードができます。500Kバイトしかないのでお手軽ですし、固定長データといってExcelなどで簡単に扱えます。ただ、変換作業は面倒なので私のホームページ<http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~yoshiya/>にExcelファイルに変換しておいております。



冬の星空 撮影：飯山学芸員

春夏秋冬の星の数

ではまず、冬の星が明るいのをチェックしましょう。季節に関係あるのは、赤経で±60度くらいですね。あと、冬の中心のオリオン座が赤経6時なので、赤経3～9, 9～15, 15～21, 21～3時で冬、春、夏、秋の空とします。結果は下の表の通り、冬は1等星だけでなく、星全体が多いことがわかります。

	1等	2等	3等	4等	5等	6等
冬	8	18	44	166	474	1349
春	3	11	34	95	315	889
夏	4	14	54	127	444	1210
秋	1	11	21	112	325	950

表. 季節の空ごとの星の数。北極と南極付近をのぞく天球を四分割して数えた

都会の冬空の星はどんな星？ 近い？ 色は？

冬の星が賑やかなのは、星が多いからです。都会で目立つのは1～3等星までです。これらの都会の冬空を飾る星はどんな星なのでしょう。

まず、スペクトル型をチェックします。これは、恒星の表面の色や温度を反映しています。結果は表の通り。色は私の感覚です。各型もA0～A9のように細かくわかれますが、O型のみO5あたりはA0のようにOの温度で、理科年表から引用しました。

型	温度(K)	色	個数	有名な星
O	45000	青	4	
B	29000	青白	24	リゲル
A	9600	白	11	シリウス
F	7200	黄白	9	プロキオン
G	6000	黄	7	太陽
K	5300	オレンジ	10	アルデバラン
M	3900	赤	6	ベテルギウス

都会の冬の空に見える星の大半が青～白で、太陽より温度が高い高温の星が多いことがわかります。というか太陽に似た色の星が少ない感じですね。

星のスペクトル型には、星の進化状況を示す光度階級というのがあります。Iが超巨星、IIが輝巨星、IIIが巨星でいずれも恒星としては晩年に膨張した様子です。大きさが太陽の数十倍から1000倍の星たちです。超巨星で有名なのはベテルギウスですね。太陽のような通常の恒星はVの主系列になり、宇宙のほとんどの星は光度階級Vです。

階級	I 超巨星	II 輝巨星	III 巨星	IV 準矮星	V 主系列星
数	17	9	26	5	12

都会の冬の空に見上げる星は、ほとんどが巨星以上とわかりますね。

最後に距離を調べてみましょう。距離[光年]は、3.26/年周視差でだせます。

距離	～100光年	～200光年	～300光年	～400光年	500光年～
数	20	22	10	5	13

太陽は絶対等級4.8等で、18光年でようやくギリギリ3.5等級。冬の星空は青く巨大な星がゴロゴロしていて太陽よりもずっとスーパースターが見えているということになります。

ただ、それでも、太陽は実は非凡な星です。月刊うちゅうの2017年3月号の記事をご覧ください。科学館ホームページからも読めますよ。

渡部 義弥(科学館学芸員)



窮理の部屋 177

対数的なものの方

前回、「うちゅう」7月号では、対数グラフについてご紹介しましたが、この対数的なものの方というのは、特に大きく異なる数字の間では重要になることが多いのです。

原子体重計

前回ご紹介した展示場4階の「原子体重計」、私の体を構成する原子の数が表示されます(標準的な人体の元素構成から、体重で比例計算したもの)。これを普通のグラフ(a)と対数グラフ(b)にしてみると、その違いがよくわかります。図1(a)の普通のグラフでは、窒素原子より先はほとんどグラフでわかりません。これは、窒素原子の数は水素原子の数の約50分の1、リンから亜鉛までは全て200分の1以下しかないからです。一方、図1(b)の対数グラフでは、窒素から先も最後の亜鉛まで、その数の違いがよくわかります。

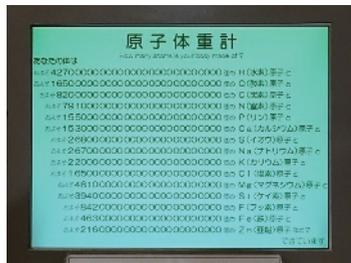
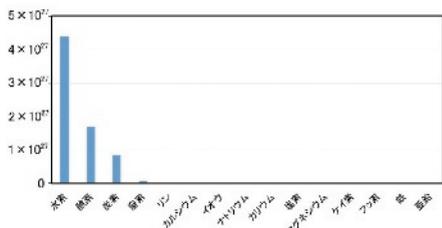
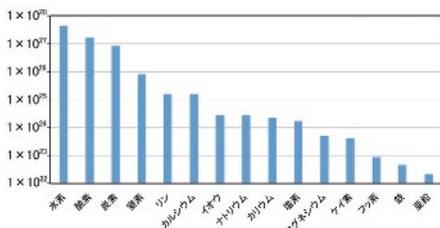


写真1. 原子体重計



(a)普通のグラフで表示



(b)対数グラフで表示

図1. 私の体を構成する元素ごとの原子の数

さらに、図1(b)のグラフの縦軸と横軸を逆にして、横軸の右端を原子の個数1個にして描いたグラフが図2です。すると、写真1で数字が並んでいる様子と、図2の棒グラフの棒の長さが、同じような並びになっていますね。これは、原子の数が10分の1になると、写真1では並んでいる数字がひとつ減り、図2では棒の長さが一桁分短くなるからなのです。

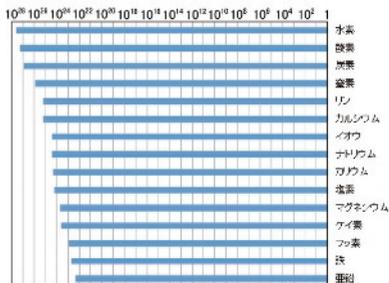


図2. 横軸を個数の対数にした場合

地球の大きさと原子の大きさ

地球の大きさは直径が約1万3000kmです。また、水素原子の大きさは直径が0.1nm(1億分の1cm)くらいです。つまり、地球の直径は水素原子の 1.3×10^{17} 倍もあります。この地球と原子の大きさの対数的なちょうど中間(相乗平均)は36mm、ピンポン球(直径40mm)程度となります。

これは、原子をピンポン球で表わす(4億倍にする)と、ピンポン球は地球の大きさに比べて小さくなってしまふということです。逆に地球をピンポン球で表わす(4億分の1の大きさにする)と、ピンポン球は原子の大きさになってしまふということでもあります。それくらい、原子は小さくて、地球は大きいのですね。

地球上の水の量

地球上の水の総量は、14億立方キロメートル(1km×1km×1kmの水槽に14億杯)程度といわれています。これは、水分子の数にすると、 4.7×10^{46} 個くらいになります。4.7×10⁴⁶の平方根をとると約 2.2×10^{23} で、水分子 2.2×10^{23} 個は約6.7g、小さじ1杯ちょっとです。

これは、水分子が 2.2×10^{23} 個集まると小さじ1杯くらいで、地球上には小さじ 2.2×10^{23} 杯くらいの水があるということです。また、小さじ1杯の水を地球全体の水とよくかき混ぜて、また小さじ1杯だけすくと、その中には最初に小さじに入っていた水分子が1個くらい入っているということになります。

どちらが正解に近い？

ものの値段を当てるテレビ番組などで、誰が一番正解に近いか？といった場合について考えてみましょう。

例えば、正解が10,000円で、Aさんは8,000円、Bさんは12,300円と答えた場合、Aさんは2,000円の差、Bさんは2,300円の差なので、Aさんが正解に近いですね。

では、正解が1,000,000円で、Aさんは1,000円、Bさんは3,000,000円と答えた場合はどうでしょう？正解との差は、Aさんが999,000円、Bさんが2,000,000円ですので、Aさんの方が近いと言えば近いのですが、なにが納得いかないですね。この場合、Aさんは正解の1/1000の値段を付けました(正解はAさんの答えの1,000倍)。でもBさんの答えは正解の3倍でしかありません。引き算をして差を比べるとAさんの方が正解に近いのですが、割り算をして比を出すとBさんの方が圧倒的に近いのです。

ただ、最初の例では正解はAさんの答えの1.25倍で、Bさんの答えは正解の1.23倍なので、対数的には8,000円より12,300円の方が10,000円に近いのです。なのでこういう差が小さい場合には、対数的に見るより引き算をした方が感覚的ですね。

長谷川 能三(科学館学芸員)

ジュニア科学クラブ 12



夕方の方角でくっつく木星と土星を見よう



木星や土星は、太陽をめぐる惑星です。1周するのは木星が12年、土星が30年です。土星のほうがのんびりしているのので、時々、木星に追いぬかれます。追いぬきは、20年ごとで今年がその年。12月21～22日に追いぬきます。

その前後は木星と土星はぴったりくっついて見

えます。夕方日が沈んですぐに見ないといけないので、チャンス時間は短いのですが、ぜひチャレンジしてください。

わたなべ よしや(科学館学芸員)

■ 12月の動画配信 ■

12月20日(日)10時～「科学館の大望遠鏡」

「大阪市立科学館」YouTubeチャンネル(下記URL、QRコード)にて、ジュニア科学クラブ向けの動画配信を行います。

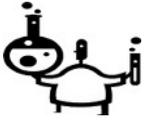
→ https://youtube.com/channel/UCd6EGdd7H6KR-cGE_HlrFuA
ライブ配信の予定ですが、後日ご覧いただくことも可能です。



詳しくは、9月に送付したお知らせをらんご覧ください。

※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。

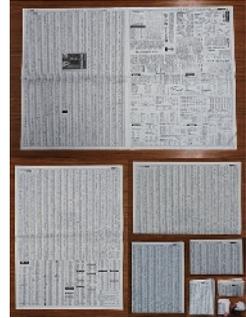


おうちで実験してみよう

紙を半分に何回折れるかな

紙を半分に折って、もう半分に折って、もう半分に折って…とくりかえしていくと、何回折ることができるでしょうか？

新聞紙でやってみると、8回しか折れませんでした。たった8回？と思った人は、大きな紙を用意して、チャレンジしてみましょう。



どうして？

紙を半分に折ると、厚さは2倍になります。もう半分に折ると厚さは4倍、さらに半分に折ると厚さは8倍になります。

新聞紙1まいの厚さは0.07mmくらいです。半分に折ると0.14mm、もう半分に折ると0.28mm、3回半分に折ると0.56mm、4回で1.12mm、5回で2.24mm、6回で4.48mm、7回で8.96mm、8回で1.792cmにもなるのです。

また、新聞紙1まいの大きさは、横80cm、たて54cmくらいですが、1回折ると横の長さが40cmに、2回折るとたての長さが27cmに、3回折ると横が20cm…と小さくなって行って、8回折ると横が5cm、たてが3cmくらいしかありません。厚さが約1.8cmもあるので、紙なのにうすくなくて、かたまりになってしまいました。これではもう半分に折ることはできませんね。

もっと計算してみよう

じっさいに折るのは8回くらいまでしかできませんでしたが、もし20回とか30回とか折ることができたら、厚さはどれくらいになるのか計算してみましょう。計算がたいへんなので、8回で1.792cmは、だいたい1.7cm、9回で3.4cm、10回で6.8cm、11回でだいたい13cmというように、最初の2つくらいの数字だけ使って、あとの数字は切り捨てて計算してみましょう。

はせがわ よしみ(科学館学芸員)

江戸時代の仕掛け本

本の中のひと工夫

数ある本のジャンルの一つに「仕掛け本」があります。本を開くと立体物が出てくる「飛び出す絵本」や、本のページの中にある扉を開くと別の絵が出てくる本など、動くことのない絵や写真で説明・紹介するよりもわかりやすく、また見て楽しいことから、さまざまな本で使われます。

このような「仕掛け本」は、出版活動が活発になった江戸時代にも登場していて、当時の天文書にも見られます。では、どんな仕掛けがあったのでしょうか。

まわる星座盤が組み込まれた本

任意の日時に見える星空がひと目でわかる星座早見盤は今の私たちにおなじみですが、1774年に刊行された長久保赤水著『天象管關鈔』てんしょうくわんせうしやうという、星の観察法などが書かれた本は、同じような仕掛けが組み込まれています(写真1)。

本の中に、紙に丸い穴がけられたページがあり、穴から星図が見えます。穴のあいたページをめくると円形の星図が現れます(写真2)。この図は中心に付けられた糸が本と結ばれていて、回転するようになっています。

この構造は星座早見盤と同じであることから、当時の日本では大変ユニークなものと言えます。長久保赤水は、西洋の星座早見盤を見ていたのかもしれませんが。

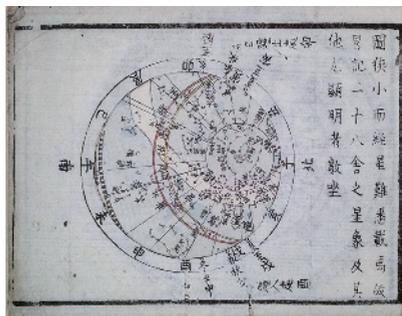
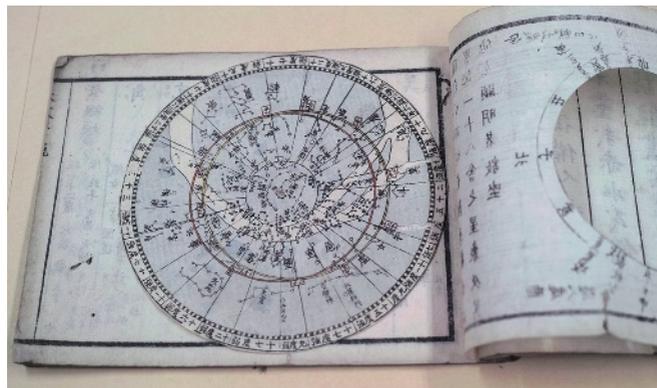


写真1:『天象管關鈔』の図



ただ、『天象観窺抄』の図には、日時を記した目盛はないため、現代の星座早見盤と全く同じ使い方はできません。

写真2:上のページをめくると、円形の星図が見えてきます

月の満ち欠け早わかり図

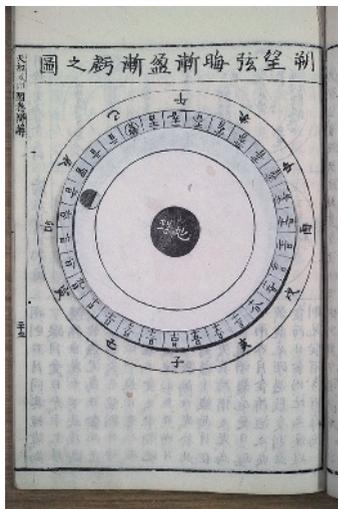


写真3:『天経或問註解』の月の満ち欠け早わかり図

月は約29.5日周期で満ち欠けをくり返します。江戸時代に使われていた暦は太陰太陽暦で、月の満ち欠けから毎月の日付を決めていました。月が全部欠ける新月の日は必ず毎月1日です。そのため、当時は月の形を見れば、大体の日付がわかりました。

1750年に出版された入江脩敬の『天経或問註解』には、月の満ち欠けと日付の関係を仕掛けで説明する図があります(写真3)。これは本のページを含めて3層構成で、1層目である書物本体の上に2枚の円形図が重ねられていて、共に円の中心が糸でつなぎ留められ、回転させることができます。1層目には十二支が刻まれた円形が描かれています。そして2層目には日付目盛と黒い帯が描かれ、さらに3層目は中心に地球の絵があり、外縁部には丸い穴があいています。これを使えば、任意の日付の月の形を知ることができます。なお、手元にある本は、

図を留めていた糸が既に切れていたため、パーツを分解して並べたのが写真4です。

使い方は、まず3層目の紙を回転させ、丸い穴と、2層目の自分が知りたい日付の目盛部を合わせます。すると、穴の丸い形を月に見立てれば、穴の中の白く見える部分がその日に見える月の形です。あとは、必要に応じて1層目と併せて使えば、月が見える時刻など、いろいろな情報を調べることが可能です。

『天経或問註解』は、中国の科学書『天経或問』の内容に注釈を加えた書物ですが、このような初学者向けの仕掛け図がいくつか掲載されていて、わかりやすく工夫されています。

このような仕掛け本を見ると、当時の人々が物事をより理解しやすくするために、様々な工夫をしている様子がうかがえます。中には、今でも使われている工夫も多く、見てると楽しくなってきます。博物館などで仕掛け本を見かけたら、ぜひご注目下さい。

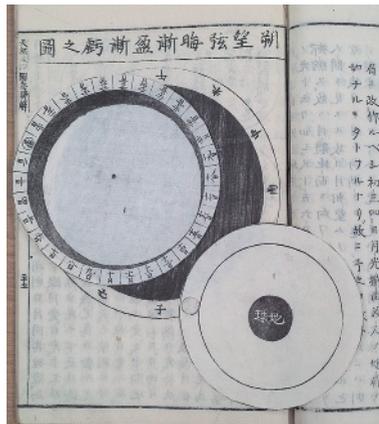


写真4:早わかり図のパーツを分解したところ

嘉数 次人(科学館学芸員)

冬の天の川

冬は四季の中でも明るい星が多く、星空がにぎやかな季節です。6つの明るい一等星をつないでできる大きな六角形「冬のダイヤモンド」は、晴れていれば大阪のような都会の空でも簡単に分かりますし、街明かりのないところに行くと、その辺りに白くぼんやりとした天の川も見ることができます。天の川といえば、夏のイメージが強いですが、実



は冬にも楽しむことができるのです。ただ夏と比べると、冬の天の川は淡く繊細に輝きます。なぜ季節によって、こんなにも天の川の見え方が違っているのでしょうか？

また、天の川の近くには、日本では“すばる”の名で知られる星の集まり、プレアデス星団も輝いています。星団は双眼鏡があれば、その他にもいくつか楽しむことができますし、望遠鏡では星雲といった天体も見られます。こうした星雲や星団は、天の川に沿って分布しているものが多いのです。冬の星空に見られる明るい一等星や星雲・星団とともに、冬の天の川について、ご紹介します。

企画・制作：西野 藍子(学芸員)

HAYABUSA2 ~REBORN

小惑星探査機「はやぶさ2」は、2018年6月に、目的地である小惑星「リュウグウ」に到着しました。はやぶさ2が目にしたリュウグウの姿は、岩だらけの天体でした。

はやぶさ2の目的は、リュウグウに着陸して、その岩石を地球に持ち帰ることです。リュウグウの岩石には、水や有機物が含まれていると考えられています。現在の地球に海があったり、生命体が存在するのは、地球の材料の中に、水や炭素を含んだ天体があったからだと考えられます。リュウグウは、そのような地球に水や炭素をもたらした天体に近い性質を持っているかもしれません。

しかし、はやぶさ2が安全にリュウグウに着陸するためには、大きな岩の無い平坦な場所が必要です。ところが、リュウグウはどこもかしこも岩だらけで、平らな場所は狭い場所ばかりです。

また、小惑星の表面の岩石は、太陽の影響で岩石自体が変質している可能性が

ビリッとびっくり静電気

今年もあの季節がやってきました！ドアノブをさわるとき、パチッと飛ぶ火花でびっくりさせられる、静電気の季節が…！

静電気は、もの同士がこすれたり何度もくっつきはなれをくりかえしたりすることで生まれます。日本の冬は寒く、空気や肌が乾燥するので、静電気がより人の体にたまりやすくなるようです。



静電気のことをよく知れば、痛いイヤな思いをしないコツもわかるし、静電気で楽しくあそぶこともできます。おうちでもできるいろいろな実験のほか、強力な静電気を起こす「バンデグラフ起電機」という装置を使った派手な実験を楽しみましょう！

「静電気はびっくりするし、痛いからキライ」という方もご安心ください。観客席のみなさんには、痛い思いはさせません。でも逆に「静電気なんてへっちゃら」という勇敢な方には、強烈な静電気を体験していただける…かも！?

企画・制作：上羽 貴大(学芸員)、大倉 宏(学芸員)

あります。そこで、はやぶさ2は、リュウグウの表面に人工クレーターを作り、表面の岩石の下に隠れている、変質の少ない岩石を取ろうとする野心的な任務も計画されていました。

そして、人工クレーター付近への再度の着陸。

地球から遠く離れた小惑星で、非常に精密なコントロールを求められる探査活動を成し遂げたはやぶさ2の活躍を、まるでその場にいるかのようにリアルなCGで再現します。



飯山 青海(学芸員)

デザグリエ「実験哲学講義」

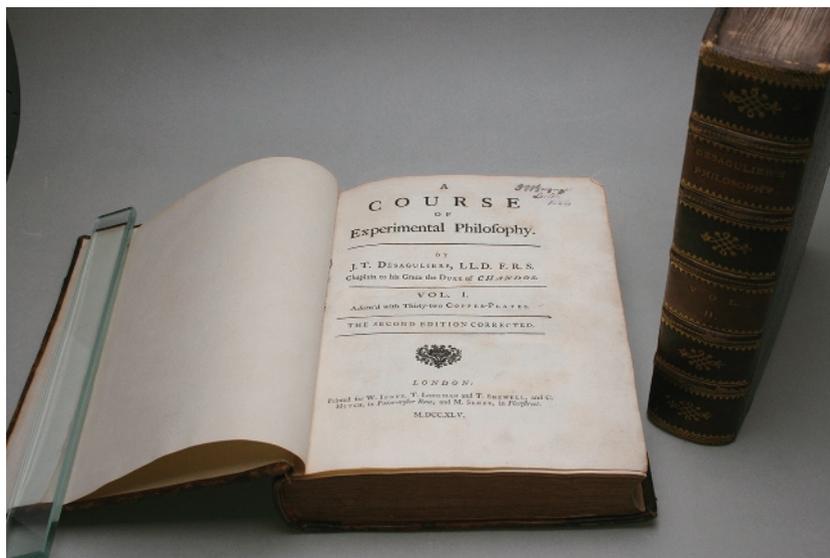


図1. 「実験哲学講義」第1巻(左)、第2巻(右)

第1巻は1745年刊の第2版、第2巻は1744年刊の初版本。

ジョン・T・デザグリエ(1683-1744年)はフランスに生まれ、イギリスの王立協会(当時の会長はニュートン)の会員になった科学者です。一般大衆と科学知識を共有することに喜びを感じていて、在任中、121回も公開実験を行いました。

「実験哲学講義」は、その公開講座をまとめたもので、力学、熱力学、流体力学、静電気、天文学など様々な分野の実験を図版とともに集録しています。



図2. 「実験哲学講義」第1巻の中の挿絵

章ごとに詳細な図版が添えられている。左から、「滑車」「サイクロイド」「熱機関」。

石坂 千春(科学館学芸員)

大阪市立科学館では、化学・物理・天文学・科学技術に関連した資料を収集しています

科学館アルバム

今月は10月のできごとをレポートします。10月には新型コロナウイルス感染症の影響で年度初めから中止となっていたジュニア科学クラブや楽しいお天気講座などを、例年とは異なる新たな形式で開催することができました。

10月8日(木)

中之島科学研究所コロキウム



北尾 浩一研究員が「南西諸島の星名伝承について」と題し、南西諸島に伝わるプレアデス星団や北斗七星などの星の名の伝承について、自ら各地をめぐり調査した内容を報告しました。

10月14日(水)

特別天体観望会「火星を見よう」



当日は風が強かったり、途中雲が出てきたりもしましたが、参加者皆さんに望遠鏡で火星をお楽しみいただくことができました。「おお～!」「火星、めっちゃオレンジー!」など感激の声が上がりました。

10月18日(日)

ジュニア科学クラブ



動画配信によるクラブ初回、長谷川学芸員による「電卓じゃない計算機」。科学館所蔵の計算機を操作しながら計算の仕方を紹介し、計算機の変遷、進化などについて解説しました。

10月24日(土) 楽しいお天気講座
「お天気いろいろ クイズに挑戦!」



今年初めての、お天気講座を開催しました。「めざせ、こども お天気クイズ王!」をコンセプトに、台風・雲・天気予報などについて、実験も交えたクイズ形式で楽しんでもらいました。

2021年1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、プラネタリウムホールの定員、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\(https://www.sci-museum.jp/\)](https://www.sci-museum.jp/)をご覧ください。

月	日	曜	行 事
12		開催中	プラネタリウム「冬の天の川」(~2/28)
			プラネタリウム「HAYABUSA2 ~REBORN」(~2/28)
			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「ピリッとびっくり静電気」(~2/28)
			「自然科学の基礎を訪ねる~おうちで楽しむ身近な科学~」(~12/27)
	10	木	中之島科学研究所コロキウム
	29	火	年末年始休館、新年は1/5(火)9:30より開館します
1	13	水	南部陽一郎生誕100周年記念 企画展示「ほがらかに」(~3/28)
	14	木	中之島科学研究所コロキウム
	23	土	スペシャルナイト「物理学者・南部陽一郎と宇宙」

プラネタリウムホール 開演時刻

	10:10	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
土日祝休日、 12/24、25、 1/5~8	ファミリー	天の川	HAYA2	ファミリー	天の川	HAYA2	天の川	学芸員 SP※
平日 (12/24、25、 1/5~8を除く)	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	HAYA2	天の川	HAYA2	天の川	

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。

- 天の川:冬の天の川
 - HAYA2: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)
- ☆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。
観覧券の返金・交換はできませんのでご了承ください。
- ※12/24、25、1/5~8、1/23は、17:00からの「学芸員スペシャル」はありません。

【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

	11:00	13:00	14:00	15:00
平日	—	—	○	—
土・日・祝休日 12/24、25、1/5～8	○	○	—	○

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

※サイエンスショーをライブ配信しています！くわしくは科学館公式ホームページをご覧ください。

※エキストラ実験ショーは、しばらくの間、休止の予定です。

※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。

自然科学の基礎を訪ねる～^{たの}み^{ちか}か^がく
おうちで楽しむ身近な科学～

「自然科学の基礎を訪ねる」初めての企画！中・高・大学生が中心の科学館大好きクラブのメンバーが作成した、楽しい実験動画や実験道具、科学のおもしろさをお伝えする解説パネルを期間限定で展示しています。おうちで身近な科学を体験できるアイデアをご紹介します。※新型コロナウイルス感染拡大防止のため、例年行っている対面での解説は行いません。

- 日時：開催中～12月27日(日) 9:30～17:00（展示場の入場は16:30まで）
- 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）

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！

QRコード



¥2,850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/>

■ 南部陽一郎生誕100周年記念 企画展示「ほがらかに」 —南部陽一郎の人生と研究—

2008年にノーベル物理学賞を受賞した南部陽一郎博士の生誕100周年を記念して、南部博士の人生と偉業を紹介します。学生時代の勉強ノートやノーベル賞メダルの公式レプリカ(ともに福井県立こども歴史文化館保管)などの貴重な資料や写真で南部博士の人生を振り返りながら、南部博士の切り拓いた物理の世界を、体験展示とともにたどります。



■ 日時: 2021年1月13日(水)～3月28日(日)
9:30～17:00(展示場の入場は16:30まで)

■ 場所: 展示場4階

■ 参加費: 無料(展示場観覧料が必要です)

■ 対象: どなたでも ■ 定員: なし

■ 主催: 大阪市立大学南部陽一郎物理学研究所、大阪市立科学館

■ 中之島科学研究所 第119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: 2021年1月14日(木) 15:00～16:45

■ 場所: 多目的室 ■ 申込: 不要 ■ 参加費: 無料

■ テーマ: 天文普及のためのPythonの活用

■ 講演者: 江越 航

■ 概要: Pythonは近年、機械学習でよく用いられることから人気のプログラミング言語です。各種数値計算や画像処理のライブラリが豊富にそろっており、天文計算も容易に行うことが可能です。Pythonを天文普及のために活用する方法について紹介します。

私たちは「**星空**」を
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”の可能性を追求してまいります。



コニカミノルタ プラネタリウム株式会社

東京事業所 〒170-8630 東京都豊島区東池袋3-1-3
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

スペシャルナイト「物理学者・南部陽一郎と宇宙」

2008年にノーベル物理学賞を受賞した南部陽一郎博士の生誕100周年を記念した講演会です。南部博士の切り拓いた物理学の世界とは。それにより、私たちの宇宙観はどう変わったのでしょうか。偉業を成し遂げた「物理学の予言者」は、しかし私たちと同じく、星空を楽しむ一人の人間でした。3名の講演者がそれぞれの南部博士を語ります。

■日時：2021年1月23日(土) 18:00～20:00

■場所：プラネタリウムホール ■参加費：無料

■講演者：伊東 昌市(元国立天文台専門研究職員)、
齋藤 吉彦(大阪市立科学館館長)、
糸山 浩司(大阪市立大学
南部陽一郎物理学研究所所長)

■対象：どなたでも

(ただし小学生以下の方は、保護者の同伴が必要)

■定員：150名(予定：応募多数の場合は抽選)

■申込方法：ウェブフォーム(<https://forms.gle/YboaUHetggNCADRr8>)
からお申し込みください。スマートフォンやタブレットで、右の2次元
コードを読み取ると、フォームに移動します。

■申込受付期間：12月8日(火)～1月5日(火)

■主催：大阪市立大学南部陽一郎物理学研究所、大阪市立科学館



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(休日の場合は翌平日)、年末年始12/28(月)～1/4(月)

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
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

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
12	12	土	11:00~16:30	りろん物理	多目的室
			14:00~16:00	うちゅう☆彗むちゅう	工作室
			19:00集合	星楽	11月号参照
	13	日	16:00~17:00	光のふしぎ	ライブ配信
	19	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	多目的室
	20	日	14:00~16:00	りろん物理(場の理論)	工作室
27	日	10:00~12:00	天文学習	工作室	
1	9	土	11:00~16:30	りろん物理	多目的室
			14:00~16:00	うちゅう☆彗むちゅう	工作室
	10	日	16:00~17:00	光のふしぎ	ライブ配信
	16	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	多目的室
	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	

科学実験サークルは12月まで、化学サークルは1月まで休止が決定しています。それ以降については、友の会HP等で最新情報をご確認ください。

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。

光のふしぎサークル(ライブ配信)

光のふしぎサークルでは、新型コロナ感染症対策として、当面(来年3月まで)、ライブ配信を用いたりモト方式でサークルを開催いたします。

サークル活動の情報は、「光のふしぎサークル」専用の連絡掲示板 <http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~nozo/hikari/> をご覧ください(右のQRコードからも飛べます)。また、光のふしぎサークルからのメールでの活動連絡を希望される方は、tomo@sci-museum.jpまで、会員番号とお名前、「光のふしぎサークルメール連絡希望」と明記したメールをお送りください。





12月の例会のご案内(要事前申込)

友の会の例会は、Zoomを利用したオンライン開催を行います。また、Zoomの環境がない方などに向けて、科学館多目的室からの参加も可能です。

■日時:12月19日(土)14:00~16:00 ■会場:多目的室(定員30名)

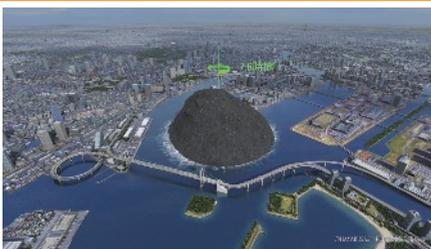
■今月のお話:「はやぶさ2地球帰還と拡張ミッション」飯山学芸員

2020年12月6日に、小惑星探査機「はやぶさ2」は地球に帰還カプセルを投下し、新たな目的地への航海を開始する計画です。はやぶさ2の最新情報を含めて解説いたします。



友の会ナイト報告

友の会ナイトは、11月21日に開催いたしました。会務報告の後、西野学芸員から星の子館からの天体映像ライブ中継の投影と、12月から投影がはじまる「冬の天の川」の映像紹介がありました。休憩をはさんで、「HAYA BUSA2 ~REBORN」のロングバージョンの投影がありました。参加者数は、78名でした。



■友の会行事(例会)への申し込み方法

友の会事務局まで、電子メール(tomo@sci-museum.jp)かお電話(06-6444-5184)にて、会員番号と行事への参加人数をお伝えください。また、電子メールでお申し込みの方は、sci-museum.jpからの電子メールを受け取れるように設定をお願いします。

友の会のサークルや例会で科学館に来館される場合も、必ず正面玄関からお入りください。

友の会入会は随時受け付けています。年会費3000円、入会資格は中学生以上です。
詳しくは科学館ホームページ、友の会ホームページをご覧ください。

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



浮かぶ地球

科学館の人気展示の一つ「浮かぶ地球」。現在4階にある、ミニ地球儀を空中に浮かせる実験装置です。

この展示はサンフランシスコの科学館エクスプロラトリウム(The Exploratorium)から導入したものです。ハンズオン(操作する)展示の開発で名高い同館から装置ごと1994年に購入しました。

鉄製のミニ地球儀は、電磁石で上に引っ張られ、一方で重さで落ちようとしています。磁力と重力が絶妙につりあって空中に浮かんでいるのですが、ふつうそこにドンピシャリで居続けることはできません。ところが、この展示では浮かび続けます。その秘密は、左右にある黒い筒状のパーツにあります。



「浮かぶ地球」

この筒は、片方はライトが、もう片方には光量センサーが入っています。ミニ地球儀はライトとセンサーの間に挟まります。つまりライトの光をさえぎります。するとセンサーは光が弱くなったと感じ、電磁石の力を下げ、ミニ地球儀は少し下に下がります。すると光の量が増え、こんどは電磁石の力が上がります。これにより、落ちようとする電磁石が強くなり、上ろうとする弱くなる、という「フィードバック」が働くことで、ミニ地球儀は空中に居続けるわけです。こうしたフィードバック機構は不安定になりがちなものを安定させるのに使われます。クルマのエンジン、冷蔵庫の温度など色々あります。それぞれ使われているセンサーなどが違います。



ところで、このミニ地球儀、フィードバック機構があっても、空中に浮かばせるのはなかなか難しく、すぐ落ちたり、電磁石にくっついてしまいますね。これは、ミニ地球儀を運ぶときに、指の影の分が光を余計にさえぎり、フィードバックがうまく働かないからです。

コツは、左の様にミニ地球儀に直接さわらず、吊っているヒモをもって、磁石の力で引っ張り上げてもらいながら調整することです。ぜひチャレンジしてみてください。

渡部 義弥(科学館学芸員)