

うちゅう 11

2019/Nov.

Vol. 36 No. 8

2019年11月10日発行(毎月1回10日発行)

ISSN 1949-2305


30 YEARS
大阪市立科学館

大阪市立科学館開館前のカール・ツァイスⅡ型
プラネタリウム搬入の様子(1989年)

通巻428号

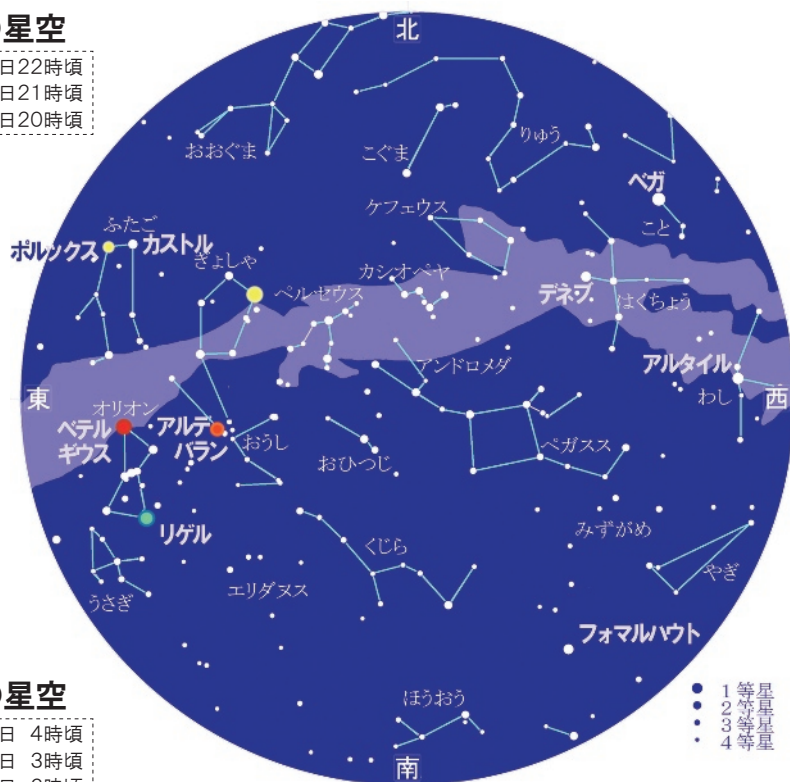
- | | |
|-----------------------|---------------------|
| ② 星空ガイド(11-12月) | ⑩ はやぶさ2 リュウグウの重力場探査 |
| ④ 雪結晶の美しさの科学 | ⑪ オムニマックスって憶えていますか？ |
| ⑩ 天文の話題「30周年を迎える天文衛星」 | ⑫ 科学館アルバム |
| ⑫ 窮理の部屋「雪の結晶」 | ⑬ インフォメーション |
| ⑭ ジュニア科学クラブ | ⑮ 友の会 |
| ⑮ コレクション「こよみ版木」 | ⑯ 展示場へ行こう「惑星の風景(改)」 |

大阪市立科学館

星空ガイド 11月16日～12月15日

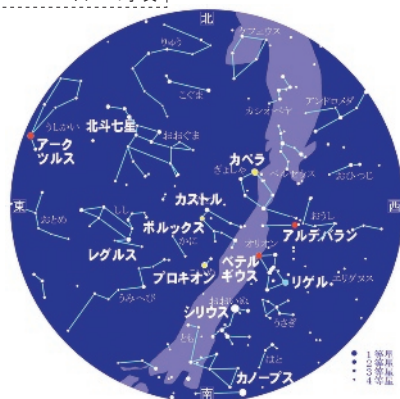
よいの星空

11月16日22時頃
12月 1日21時頃
15日20時頃



あけの星空

11月16日 4時頃
12月 1日 3時頃
15日 2時頃



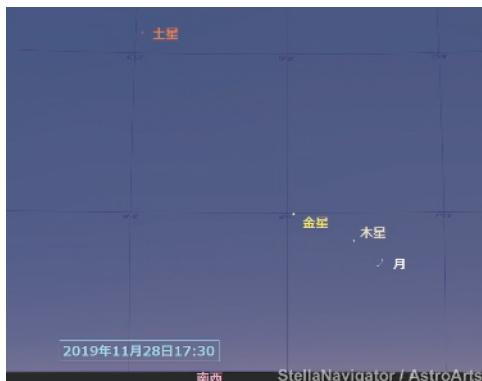
[太陽と月の出入り(大阪)]

月	日	曜	日の出	日の入	月の出	月の入	月齢
11	16	土	6:31	16:52	19:55	9:45	19.0
	21	木	6:36	16:50	0:11	13:39	24.0
	26	火	6:41	16:48	5:52	16:40	29.0
12	1	日	6:46	16:47	10:47	21:00	4.5
	6	金	6:50	16:46	13:33	0:45	9.5
	11	水	6:54	16:47	16:11	5:31	14.5
	15	日	6:57	16:48	19:49	9:30	18.5

※惑星は2019年12月1日の位置です。

「火」、「水」は無いけど、「木」・「金」・「土」

11月下旬、夕方西の空に、金星、木星、土星がそろっています。特に、24日には木星と金星が接近、28日には地平線に近い方から「月」「木星」「金星」「土星」と並びます。火星と水星が無いのが残念ですが、西空に太陽(日)・月・火星・水星・木星・金星・土星と並ぶのはだいぶ先のことで、2098年6月30日です。



ふたご座流星群極大！

12月14日～15日の夜に、ふたご座流星群が極大になります。毎年、外れの少ない流星群ですが、今年は、残念ながら一晩中、満月過ぎの月がふたご座の放射点付近にあり、観察条件はあまりよくありません。もともと放射点のあるふたご座に流れるものは短く、見つけにくいので、それ以外の方向を見るといいでしょう。特に極大となる真夜中は、(ふたご座と月が頭の真上なので)空を見上げるのではなく、地平線の少し上をねらってください。

【こよみと天文現象】

月	日	曜	主な天文現象など
11	18	月	しし座流星群が極大のころ
	20	水	●下弦(6時)
	22	金	小雪(太陽黄経240°)
	23	土	月が最近(366716km)
	24	日	木星と金星が接近
	25	月	明け方に月と水星がならぶ
	27	水	●新月(0時)
	28	木	月と金星と木星がならぶ 水星西方最大離角(未明東空)
	29	金	木星、金星、月、土星がほぼ等間隔 に一列にならぶ

月	日	曜	主な天文現象など
12	4	水	●上弦(16時)
	5	木	月が最遠(404446km)
	7	土	大雪(太陽黄経255°)
	11	水	金星と土星がならぶ
	12	木	○満月(14時)
	15	日	ふたご座流星群が極大(1時)

石坂 千春(科学館学芸員)

雪結晶の美しさの科学

大阪教育大学 山下 晃

1. はじめに

雪結晶は、その写真などを見る機会が多い我が国では、対称的な美しさを代表する結晶として広く知られています。その内部の様々な模様にも、また、その複雑な表面の模様や外形にも、雲の中で進んでいる多様な条件の下の結晶成長の結果が現れています。

角板は、「天から送られた手紙を読む」(月刊うちゅう 2018年11月号)で取り上げました。最も単純な外形の雪結晶ですが、内部には対称的で美しい空気模様が見られます。次の「2.」では、柱面の成長によって空気模様が生じる経過を紹介します。



図1. 樹枝状結晶。(大きさは約3mm。
透過光(青)と斜光(白)で照明し
撮影。旭岳温泉にて。)

代表的な雪結晶が誕生するのは、過冷却状態の雲粒がある $-12\sim-17^{\circ}\text{C}$ の雲の中です。そこでは、外形も表面の模様も千差万別な無数の見事な六花と呼ばれる雪結晶がよく成長します。図1の樹枝状結晶はその1例ですが、多くの場合、個々の写真から結晶の成長過程を詳細に読み取ることはできません。そのため、「3.」では、高さ15mの装置内に過冷却雲を作って行った、自由落下実験の結果を用いて、樹枝状結晶と扇状結晶の美しさを紹介することになります。

地球上に降る雪結晶は、霰(あられ)や凍雨などまで含めて、121種類に細かく分類されています。多種多様ですが、その中には立体的な美しさが際立つものもあります。その代表的な例を「4.」に挙げます。

2. 結晶内部の空気模様が美しい角板

角板は薄い8面体の結晶(図2)です。「天から送られた手紙を読む」(月刊うちゅう 2018年11月号)に、その内部には様々な美しい空気模様があり、環状空気模様の“複数橋マーク”からは結晶成長の基礎情報を読み取っていることを紹介しました。それは、「角板の6つの柱面は、雲から受け取る“入射水分子”、図2の上の底面と(図2では)隠れている底面の両方から流入する(2通りの)“移動水分子”(図3)の、合わせて3通りの水分子供給があって成長する」(山下 2019)という事実です。

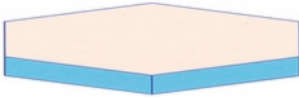


図2. 角板。(底面2つと柱面
6つからなる薄い8面体。)

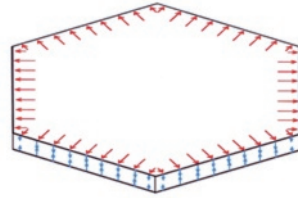


図3. 底面(2つ)から柱面へ向かう
“移動水分子”。(底面1つは隠
れている。)

角板を美しいと感じるのは、薄い結晶の内部に取り込まれた空気が対称的に分布する複雑な曲線模様を作っているからです。対称的であることには、“入射水分子”は結晶の突出した部分に多くなるが全体としては一様であること、及び、“移動水分子”は(図3の矢印が示すように)底面の角の部分からは少なくなるが全体としては一様であることが現れています。また、複雑な曲線模様になっていることには、“入射水分子”は雲の中の過飽和度の変化に連動して変化するのに対して、結晶表面の“移

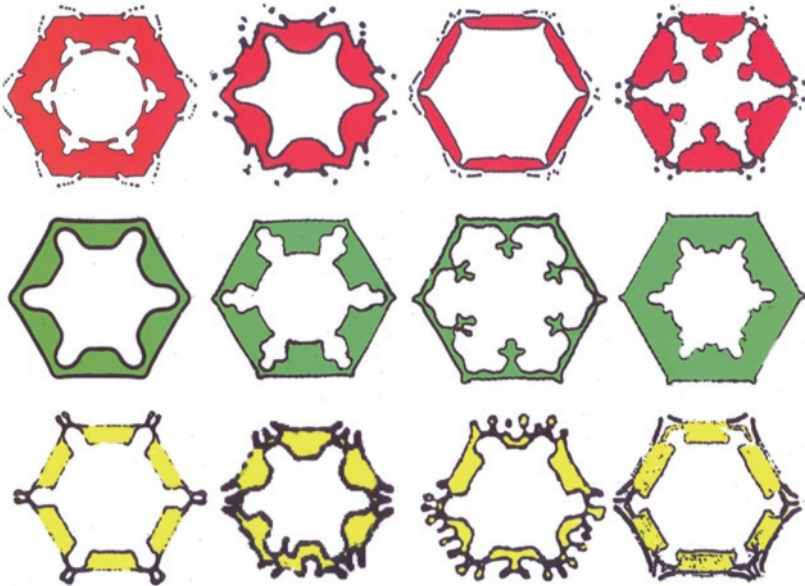


図4. 環状空気模様。(着色した部分が環状の空気模様。“氷-空気”の、内側境界線と外側境界線の形に大きな違いがある。Bentley and Humphreys (1931)から12例。)

動水分子”は、“入射水分子”の変化からは遅れて変化することが関わっています。

このように、薄い角板の美しさは、過飽和度が変動するとき、柱面が、変化に時差がある複数の水分子供給によって空気模様を作って成長することによるのです。それが、結晶の内部に取り込まれた空気と結晶との境界線模様の美しさであることは、他の結晶には見られない特徴です。

多様で美しい12例の環状空気模様を図4に挙げます。なお、台形内空気模様は「天から送られた手紙を読む」(月刊うちゅう 2018年11月号)の図10に挙げています。

3. 扇状結晶と樹枝状結晶の美しさ

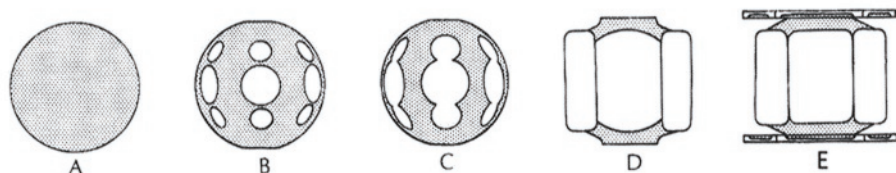


図5. 凍結雲粒の初期成長。

(Bでは球面上に20の結晶面が見られるが、Dでは、結晶面の数は8に減っている。)

過冷却雲の中に誕生する単結晶の凍結雲粒は、図5のA→B→C→Dの順に形を変え、凍結時の直径の2倍程度の大きさまで成長します。その後、 $-12\sim-17^{\circ}\text{C}$ では2枚の板状部分が張り出す図5のEの形を経て、2枚のうちの1枚が樹枝状結晶や扇状結晶に成長します。

図5は高さ15mの装置を用いた実験の結果から描いていて、2枚板状結晶の写真を図6に、凍結雲粒から2枚板状結晶を経て成長した樹枝状結晶の写真を図7に挙げます。図8は同様の扇状結晶ですが、左の写真は結晶中央部分の構造が読み取り難い例です。

これらの樹枝状結晶と扇状結晶に見られる模様は、主に表面の凹凸によるものです。なお、これら結晶の各枝には底面が現れている表(おもて)の面と凹凸模様があ

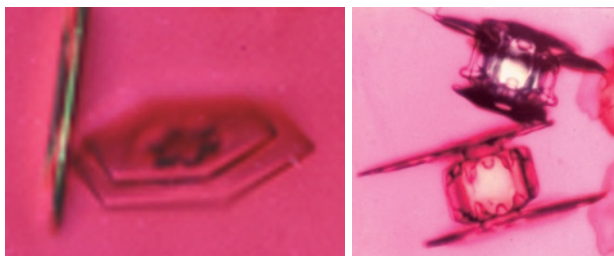


図6. 前図Eに相当する2枚板状結晶。

(何れも、 -14.5°C で成長した約0.15mmの結晶。
偏光顕微鏡の鋭敏色検板を使用。)

る裏の面がありますが、図7と図8の写真からは、表の面と裏の面があることを読み取ることができません。表の面と裏の面の違いを読み取るには、角度を変えた観察が必要になります。その例を図9に挙げます。

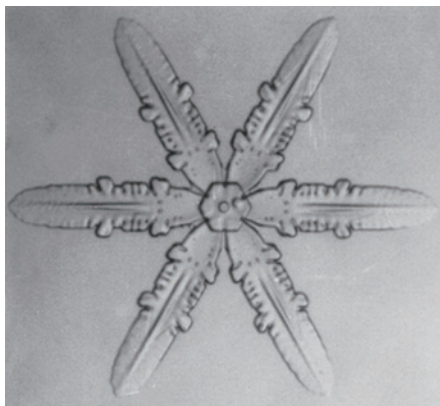
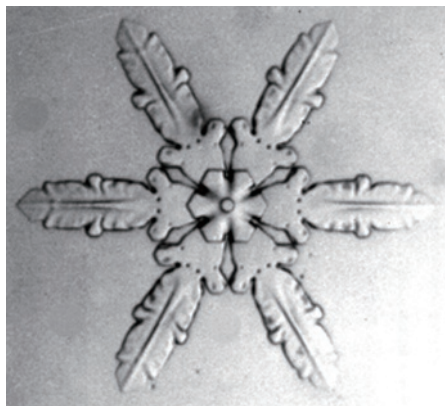


図7. 過冷却雲中で成長した樹枝状結晶。(−15.4℃で自由落下しながら3分間成長した2例。何れも0.5mm。中心の小円が凍結雲粒から成長したことを表し小さな六角形が2枚板化後の片方の六角板が殆ど成長しなかったことを表している。)

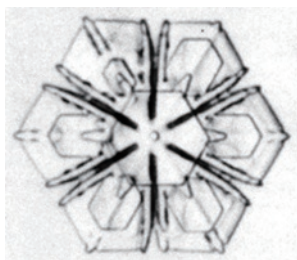
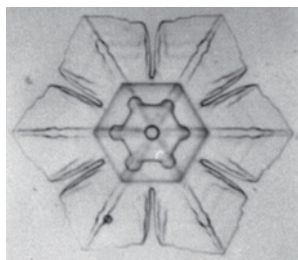


図8. 扇状結晶。(何れも、過冷却雲中で約3分間に0.2mmまで成長している。成長した温度は、左が−12.5℃で右が−16.9℃。)

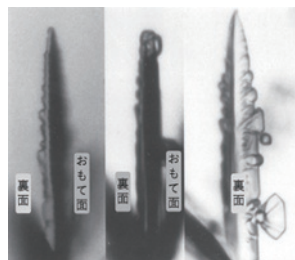


図9. 樹枝状結晶の主枝。
(右の主枝では表の面が隠れている。)

底面が現れていることは、樹枝状結晶や扇状結晶の成長には、表の面である底面が“移動水分子”を柱面へ送り出す重要な役割を果たしている可能性が大きいことを意味しています。この可能性が事実であることを確認するのは容易ではありませんでしたが、最近になって、樹枝状結晶の主枝が扇状結晶の主枝の約2倍の速さで成長することや裏の面の凹凸模様の発生を記録した映像を調べ、これら代表的な雪結晶の成長にとっての“移動水分子”の役割が明らかになってきました。

扇状結晶や樹枝状結晶の美しさは、裏の面の模様や枝分かれが、複雑ではあっても6本の主枝で同じように発生しているところにあります。結晶の先端部分が目立ってよく成長していることに、これらの結晶が規則的な落下運動をしていて、柱面も底面も先端部ほど“入射水分子”をよく受け取っていることが現れています。樹枝状結晶などは、効率よく“入射水分子”を受け取ることができる表の面である底面を下に向けて降ります。

4. 立体的な形が美しい雪結晶

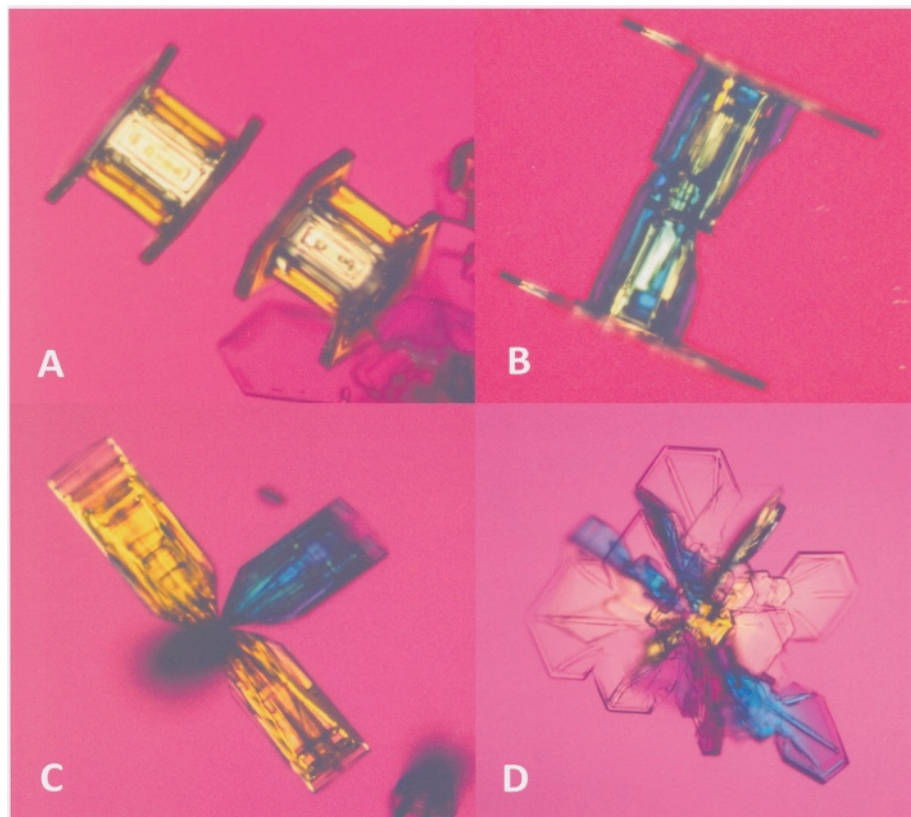


図10. 北極圏に降った雪結晶。(偏光顕微鏡の鋭敏色検板を使用。成長温度とサイズは、Aから順に、 $-33\sim-14^{\circ}\text{C}$ 0.5mm、 $-33\sim-14^{\circ}\text{C}$ 1.0mm、 $-36\sim-24^{\circ}\text{C}$ 0.7mm、 $-21\sim-16^{\circ}\text{C}$ 0.5mm。なお、温度は現地の高層観測のデータから推定。)

ここまでで紹介したのは板状結晶です。これに対して、柱状結晶は、六角形の2つの底面が小さく(底面に接する)6つの柱面が細長い結晶で、 $-4\sim-6^{\circ}\text{C}$ と -25°C 以下の雲の中で成長します。

図10には、**A**と**B**に約 -30°C の高層の雲で成長した柱状結晶が下層の雲まで降ってきて形を変えた“鼓(つづみ)状結晶”を挙げました。この変形は、下層の雲の温度が板状結晶の成長する $-14\sim-20^{\circ}\text{C}$ の範囲内であったためです。**C**と**D**は、それぞれ、“砲弾集合”と“放射角板”であり、いずれも、多結晶です。

5. おわりに

角板は、水飽和以下の雲内で昇華核に発生する薄い雪結晶で、6つの柱面は“入射水分子”と2つの底面からの規則的な“移動水分子”(「**2.**」の**図3**)の供給によって成長します。この成長によって取り込まれた空気がつくる空気模様は、内部が氷飽和に保たれているため、変形が少なく、結晶成長の貴重な情報を含んでいます。なお、角板を薄い状態に保つ成長には限界があり、六角形の底面のサイズが1mmを超えることは稀にしかありません。

これに対して、凍結雲粒からは、「**3.**」の**図5**のEまでの変化があるとき、樹枝状結晶や扇状結晶が成長します。この場合は、柱面の成長に重要な役割を果たす“移動水分子”が1つの底面(おもて面)からであるため、空気を取り込むことはなく、先端部分を薄く保ったままの継続的な成長が可能になります。

写真集 (Libbrecht 2008)やウェブ (<https://skycrystals.ca/snowflake-gallery/>)を通して閲覧できる雪結晶には、様々な条件で成長したものが含まれています。個々の写真から、その結晶の成長経過を推測することは容易ではありませんが、「**2.**」と「**3.**」に記した成長が基本であり、また、双方の成長が混在している場合も多いことを考慮し、雪結晶の写真などを鑑賞したり学んだりしていただきたいと思っています。なお、数が多いので、写真集などは主なものだけを挙げています。

文献: 山下晃, 2019: 雪結晶が作る空気模様Ⅱ. 天気(日本気象学会誌), **66**.
Bentley and Humphreys, 1931: Snow Crystals. Dover Pub., Inc.
Libbrecht, 2008: Snowflakes. Voyageur Press.

著者紹介 山下 晃(やました あきら)



1966年、東京大学理学部助手。気象学・雪氷学・結晶成長学の研究を行う。1977年から大阪教育大学に勤務し、学生指導の傍ら、同様の研究を行う。2002年、大阪教育大学名誉教授。博士(理学)。

30周年を迎える天文衛星

天文学は宇宙から観測することで、大きな成果を上げてきました。毎年のように、いろいろな天文衛星や宇宙探査機が打ち上げられています。科学館が開館した1989年には、どのような衛星が打ち上げられたのでしょうか。30年前に打ち上げられた天文衛星を振り返ってみます。

ヒッパルコス衛星

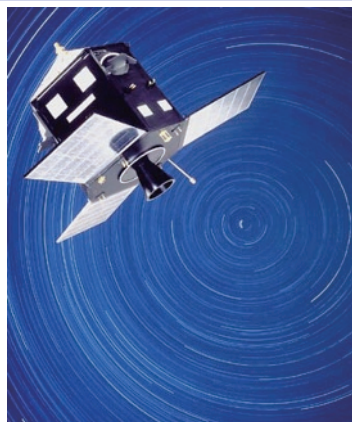
1989年8月に、欧州宇宙機関(ESA)によって打ち上げられた衛星です。衛星の名前は、古代ギリシアの天文学者ヒッパルコスに由来します。ヒッパルコスは紀元前2世紀頃に、約1000個の星を観測して星のカatalogを作り、46の星座を決めたとされる天文学者です。

彼の名前をつけたヒッパルコス衛星は、位置天文観測衛星という種類の人工衛星です。天球上での星の位置を正確に測定し、それにより年周視差を精密に観測することを目的にしていました。

地上からの観測では大気の揺らぎのため、星の像はゆらゆらしてぼやけてしまいます。そのため、ある程度以上細かくは、星の位置を測定することができません。しかし宇宙から観測することで、大気の影響を受けない精密な観測が可能になります。

また、地球は太陽の周りを公転しているため、星の天球上でのみかけの位置が変化します。これを年周視差と呼んでいます。これにより、星までの距離を測定することが可能になります。しかし、星までの距離は非常に遠いため、観測される視差はごくわずかで、最も近い恒星でも年周視差は角度の単位で0.76秒しかありません。

ヒッパルコス衛星は1993年までに、全天の約12万個の恒星を、1ミリ秒角(1度の360万分の1)という非常に高精度で観測しました。これは視力に換算すると約6万という値になります。そして、およそ300光年の範囲にある2万個の星までの距離を正確に求めたのです。



ヒッパルコス衛星(©ESA)

コービー(COBE)衛星

1989年11月に、NASAによって打ち上げられた衛星です。宇宙マイクロ波背景放射を観測することを目的とした衛星です。

現在の宇宙論では、宇宙は超高温の「ビッグバン」から始まったとされています。その名残がマイクロ波として、宇宙のあらゆる方向からやってきています。今年、ノーベル物理学賞を受賞したピーブルズ博士は、宇宙背景放射の存在を理論的に予想した研究者の一人です。

COBE衛星の遠赤外絶対分光計(FIRAS)という装置で宇宙背景放射を測定した結果、宇宙はどちらの方向からも等しい温度のマイクロ波放射がやってきており、その温度は絶対温度2.7度の黒体放射に極めて高い精度で一致することが確かめられました。



COBE衛星(©NASA)

さらに差動型マイクロ波測定器(DMR)という装置により、この温度にほんのわずかに、10万分の1程度のゆらぎがあることを検出することができました。このゆらぎは、初期の宇宙に物質ができて晴れ上がった際の、物質の分布を反映しています。

この温度ゆらぎのパターンを詳しく解析すると、宇宙の膨張速度を決めるハッブル定数や元素の量などを知ることができます。そこでさらに高い精度を持つ人工衛星として、2001年にはWMAP衛星、さらに2009年にはPlanck衛星が打ち上げられ、宇宙背景放射のゆらぎが詳しく観測されました。この結果、宇宙が138億年前に出来たことが明らかになったのです。

マゼラン探査機／ガリレオ探査機

いずれも惑星探査機で、スペースシャトルで打ち上げられました。

マゼラン探査機は1989年5月、アトランティス号によって打ち上げられた金星探査機です。金星は厚い雲に覆われているため、表面の様子が分かりません。そこでマゼランは合成開口レーダーを用いて電波を照射して表面の地形を調べ、金星のほぼ全面の地図を作りました。

ガリレオ探査機は1989年10月、同じくアトランティス号によって打ち上げられた木星探査機です。6年かけて1995年に木星に到着し、木星の雲や衛星の地形を詳細に観測しました。また、プローブを木星大気に入らせて、直接木星大気の成分を測定しました。途中1994年7月にシューメーカー・レビー第9彗星が木星に衝突した際には、地球からは見えなかった衝突地点の観測も行いました。

また1989年は、ボイジャー2号が海王星に最接近した年でもあります。私たちが初めて、間近から見た海王星の姿を目にしたのが、この年8月25日のことでした。

江越 航(科学館学芸員)



窮理の部屋 168

雪の結晶

そろそろ雪の便りが届く季節になってきました。そこで、今回は雪の結晶についてご紹介したいと思います。同じく月刊うちゅう11月号、山下晃先生執筆の「雪結晶の美しさの科学」につなげていただければ幸いです。

雪結晶の形

みなさんは、雪の結晶を見たことはあるでしょうか？もしかすると、顕微鏡を使わなければ見えない…というイメージがあるかもしれませんが、そんなことはありません。きれいな雪をつかまえることができれば、雪の結晶は肉眼で簡単に見ることができます。そしてその形には様々なものがあります。写真1は、顕微鏡で見た雪結晶の写真です。一般的には、写真右のような樹枝状のものが有名ですが、同じように樹枝状でよく似た形をしていても、全く同じ形の結晶はないと言われていいます。基本的に雪の結晶は、細長く柱状に伸びたもの(例:写真1の針)と、薄く板状に広がったもの(例:写真1の角板や樹枝状)に分類することができます。

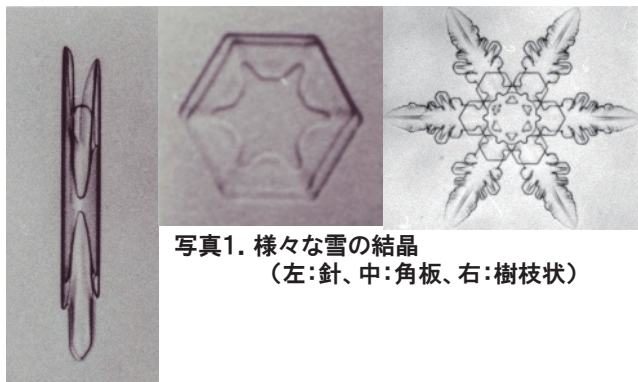


写真1. 様々な雪の結晶
(左:針、中:角板、右:樹枝状)

雪は天から送られた手紙である

では、なぜ雪の結晶には様々な形のものがあるのでしょうか？雪の結晶は、雲の中で小さな氷の粒が水蒸気を取り込んで成長したものです。そのため、雪結晶が成長するときの温度と水蒸気量が結晶の形に大きく影響します。図1は、温度と水蒸気量による雪結晶の形について、まとめたものです。基本的には、結晶が柱状に細長く伸びる(角柱状)か、板状に薄く広がる(角板状)かは、温度によって決まります。そして、空気中からの水蒸気の供給が多いほど、角柱は針状に、角板は樹枝状の複雑な形に成長していくことがわかっています。1931年、2000枚以上もの雪結晶の写真が収められた写真集が出版されました。それらの写真を撮影したアメリカの農夫ベントレーは、降ってくる雪を顕微鏡で観察し、生涯、雪の顕微鏡写真を撮り続け、雪

結晶の形は降ってくる途中の雲の中の気温が関係していることに気づいていたそうです。そして、後にそれを実証したのが、日本の中谷宇吉郎です。1936年に世界で初めて人工雪の生成に成功し、低温実験室の中で条件を定めて人工的に雪を作り観察することで、どのような条件のときにどのような形の雪結晶が成長するのかを研究しました。そして、温度と水蒸気量が雪結晶の形に関係することに気づきました。雪を見ると上空の温度や水蒸気量、空の状態を知ることができる…。「雪は天から送られた手紙である」は、中谷博士が残した言葉です。

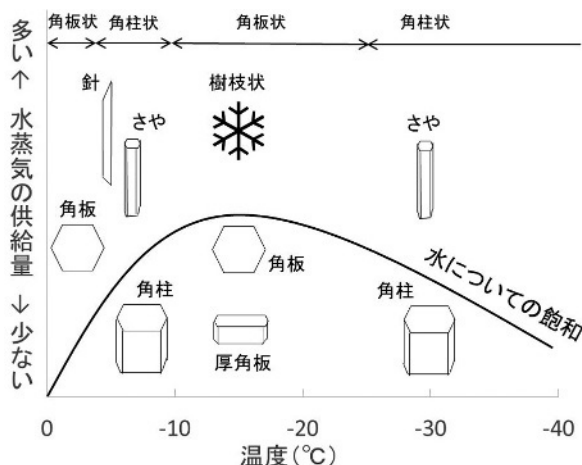


図1. 雪の結晶の形と温度、水蒸気量の関係

雪の結晶をつかまよう！

雪のおススメのつかまえ方は、毛糸の手袋やマフラー、コートについているファー等でそっと雪をキャッチすることです。色は黒だと雪の結晶が見やすいです。手や息のぬくもりですぐに融けてしまうので、息を吹きかけないように気をつけてそっと観察してみてください。雪が降っているときに手袋やマフラーをしばらく外に置いておくのもおススメです。大阪では湿った雪になることが多いので、結晶がくっついて



写真2. コートについた雪(カナダにて)

いたり、壊れていることも多いですが、時々、その結晶の一部だったり、壊れず降ってきた雪の結晶を見ることができます。雪が降ったら、ぜひチャレンジしてみてください♪

西岡 里織(科学館学芸員)

ジュニア科学クラブ💡 11

★★

プラネタリウムで月面旅行！

今年は月に人がおり
立ってから、ちょうど50
年という記念の年です。
その後、人は月に行っ
ていないけれど、近い未
来、みんなが大人になる
ころまでには、また月に
行こうと、世界中で月へ
の飛行が計画されてい
ます。



月はどんな世界なん
でしょう？なぜ、人は月を目指すのでしょうか？今日は月は見えていま
せんが、地球とは全くちがう月の世界をプラネタリウムで体験してみましょ
う！

いしざか ちはる(科学館学芸員)

■11月のクラブ■

11月24日(日) 9:45 ~ 11:40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」11月号・筆記用具
実験教室に必要なもの(10月号を見てね！)
- ◆内 容： 9:45~10:35 プラネタリウム(全員)
10:40~11:40 実験教室(会員番号78~153) 10月号 15ページ
10:40~11:40 てんじ場たんけん(会員番号1~77)

・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。
・展示場の見学は自由解散です。実験教室の内容は10月号をごらんください。

この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。

こよみ版木

今回紹介する資料は、明治時代のこよみの印刷に使われた版木です。かつて、こよみの印刷には、版木に文字を彫って紙に印刷する木版印刷の技術が使われていました。この資料は、明治16(1883)年に発行されたこよみ「略本暦」の版木で、2月後半から3月前半の部分です。

この資料を当館で受け入れた時点では、資料に付属する説

明等がなかったため、いつの暦かはわかっていませんでした。そこでまず、こよみの体裁や記載事項(吉凶の記載がないなど)から、明治6年の太陽暦改暦以降のものと判断しました。次に、2～3月の部分の版木であることから、各日の曜日など手がかりにして、科学館に所蔵する明治期のこよみ資料との対照を行いました。その結果、明

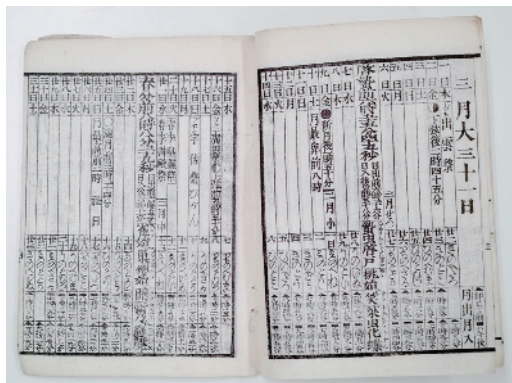


写真2:発行された明治16年のこよみ

治16年の記事と合致し、年代特定ができました。また、発行されたこよみと版木のサイズや体裁もほぼ一致していることも確認でき、実際に使われた版木と考えても良いと思われます。

なお、明治16年のこよみは、全国の暦師からなる組織が印刷を請け負っていたため、版木がどこで作られ、使われたかは不明です。

一般的な木版印刷の場合、ひとつの印刷が終わると、彫った表面を削ってしまい次の新しい印刷の版木として使用します。つまり消耗品として扱われる版木は後世に伝わりにくいので、本資料は貴重なものといえます。

嘉数 次人(科学館学芸員)



写真1:こよみ版木

リュウグウの重力場探査

ミネルバII2のミッション変更

はやぶさ2には、3台のミネルバIIが搭載されていました。そのうち、ミネルバII AとミネルバII Bの2台は、昨年の秋に、リュウグウ表面への投下に成功し、リュウグウの表面からの映像を送ってきました。一方、残り1台のミネルバII2は、取得したデータをはやぶさ2に送信することができないという不調を抱えたまま、リュウグウへ投下されずに、はやぶさ2に搭載されていました。

ミネルバII2で本来予定されていた、リュウグウ表面に着陸して写真の撮影や移動を行う、というミッションは行うことができないため、ミッション内容を変更することが決定されました。

ミネルバII2の新たなミッションでは、リュウグウの重力をより詳細に測定することを目的として、やや高い位置からミネル



ミネルバII2の外観。
直径約15cm×高さ約14.5cm、質量877g

バII2を切り離して、リュウグウを周回させながら、ゆっくりとミネルバII2をリュウグウへ落とすことを行います。降下していくミネルバII2は、はやぶさ2搭載のカメラで位置を追跡し、リュウグウの重力が、ミネルバII2の軌道に及ぼす影響を調べる計画です。

リハーサルとしてターゲットマーカー放出

このミネルバII2の放出のリハーサルとして、ターゲットマーカーの切り離しが計画されました。はやぶさ2には、着陸の目印として使うためのターゲットマーカーが5個搭載されて打ち上げられましたが、リュウグウでの2回の着陸のために2個使用され、3個がはやぶさ2に残されていました。そのうちの2個を、ミネルバII2の切り離し前に、リハーサルとして放出することになりました。

リアクションホイールのトラブルとターゲットマーカ放の延期

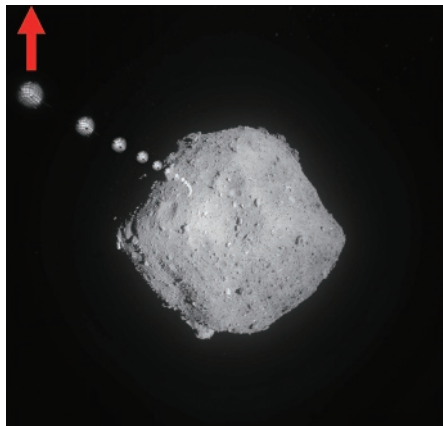
ターゲットマーカの放は、当初9月5日に行う計画になっていました。ところが、8月29日に、リアクションホイールの動作試験を行った際に、異常が検知され、ターゲットマーカの放のための降下は9月16日に行うことに延期されました。

リアクションホイールは、機体の姿勢を制御する装置で、通常はリアクションホイール3個を使用して、姿勢を制御しています。はやぶさ2では、リアクションホイールは4個搭載されています。これは、初代はやぶさではリアクションホイールの故障が発生して、探査機の姿勢制御に苦労したため、1個を予備として搭載してあったものです。8月29日に、今まで使っていなかった予備のリアクションホイールの動作試験を行ったところ、異常が検知された、ということでした。

ターゲットマーカ放

延期されたターゲットマーカの放のための降下は、9月12日から行われました。はやぶさ2は、リュウグウからの高度20kmから徐々に高度を下げ、9月17日1:17と1:24(いずれもJST)に、リュウグウからの高度約1kmで、ターゲットマーカの放と撮影を行いました。

本番のミネルバII2の放は、10月3日頃に行われる予定です。



高度約1kmでターゲットマーカを分離。4秒毎の連続画像(約1分)を重ね合わせて表示したもの。ターゲットマーカは、横方向に約12cm/sで分離(おおよその分離の方向は赤い矢印で示す)。ターゲットマーカの降下速度はほぼゼロであるが、はやぶさ2が11cm/sで上昇しながら撮影しているので、ターゲットマーカが小さくなっていくように見える。

©JAXA、千葉工大、東京大、高知大、立教大、名古屋大、明治大、会津大、産総研
飯山 青海(科学館学芸員)

オムニマックスって憶えていますか？



「オムニマックス(OMNIMAX)」って憶えているでしょうか。大阪市立科学館が開館した1989年から2009年まで、プラネタリウムのドームスクリーンに映していた映画システムのことです。映画といっても通常の映画館で上映されているような作品ではなく、約40分間の科学や自然などに関する作品を上映していました。

開館から約半年間は、「グランド・キャニオン」を上映、その後「To the Limit～限りなき挑戦～」 「スペースシャトル・オデッセイ(The Dream is Alive)」 「スピード」 「ブループラネット」 「神秘の島ーハワイー」 「南極大陸」 「熱帯雨林(TROPICAL RAINFOREST)」 など、2000年までは約半年毎に、その後は3ヶ月毎に、さまざまな作品を上映してきました。

本編の作品以外に約6分間の大阪を紹介するショート作品も併映していて、開館から3年間は「One day in Osaka」、1992年からは「大阪 The Dynamic City」という作品を上映していました。この「大阪 The Dynamic City」で大阪の街の案内役として登場したのが、東洋初のロボットといわれ、科学館の入り口のところにも展示している「学天則」なのです。

このオムニマックスはカナダのIMAXという会社のシステムで、幅70mmの大きなフィルムを使用し、1コマのサイズが横70.4mm×縦52.6mm。1秒間で24コマなの



写真1. オムニマックスのフィルム(原寸大)

で、40分の作品でも、フィルムの長さはなんと4km！フィルムテーブルに巻き取られた状態で、直径1mくらいもありました。このフィルムを魚眼レンズでドームスクリーンに映すのですが、そのための光源にはキセノンランプという放電式のランプを使用していました。これが、たった1個のランプで15kWもの消費電力があり、そのための冷却システムなど、非常に大掛かりなものでした。



写真2. オムニマックスに使用されていた魚眼レンズ（右は魚眼レンズをつけた35mm版フィルムカメラ）

通常の映画館では、ここ10年くらいの間にフィルム上映からほとんどデジタル上映へ変わっていています。大阪市立科学館でも「バーチャリウムⅡ」という6台のDLPプロジェクターでドームスクリーン全体をカバーするシステムを導入し、オムニマックスも役目を終えました。バーチャリウムⅡはプラネタリウムの投影で活躍していますが、「銀河鉄道の夜」や「HAYABUSA -Back to the Earth-」などは、オムニマックスではなく、このバーチャリウムⅡで上映していたのです。

2009年にオムニマックスの上映が終了した後も、映写機は残されたままになっていたのですが、今回のプラネタリウムのリニューアル工事で、撤去となりました。かつてオムニマックス映写室だったところは、プラネタリウムのソフト製作ができるミニドームを備えたスペースになりました。また、プラネタリウムホールの中央にあった映写機が収まる部分も撤去され、その部分は新たに座席になっています。



写真3. 撤去中のオムニマックス映写機

長谷川 能三(科学館学芸員)

科学館アルバム

今月は9月のできごとをレポートします。館内は秋の遠足シーズンということで、学校団体客も多く、賑わっていました。9月になってもまだまだ暑い日々が続いていましたが、暑さ寒さも彼岸まで、とはよく言ったもので、ちょうどお彼岸の頃になると、徐々に暑さが和らいでいきました。

9月4日(水)

臨時休館日の展示場清掃・点検



半年に一度の臨時休館日に、普段ではできないやや大がかりな展示物の清掃を行います。学芸員全員で担当展示の埃を落とし、展示ケースを開けて中を拭いたり、動作点検を行いました。

9月7日(土)

開館30周年記念 特別サイエンスショー①



開館30周年記念特別サイエンスショーの第1回は、大倉学芸員の「プーメラン、カムバック」。プーメランはなぜ戻ってくるのか？多くのお客様が、さまざまな実演を通して、楽しく学んでいました。

9月7日(土)

天体観望会「月と木星を見よう」



当日の空は快晴！48名の参加者の皆さんと月や木星を楽しみました。大型望遠鏡での迫力ある月のクレーターや木星の縞模様「おお～」「めっちゃ明るい！」など、歓声が上がっていました。

9月12日(木)

中之島科学研究所コロキウム



北尾浩一研究員が「星の俚謡」と題し、人々の生活の中で伝承されてきた星の歌について講演しました。星の文化形成に深く関わる星の俚謡の歴史や多様な変化について、お話がありました。

9月15日(日)
ジュニア科学クラブ



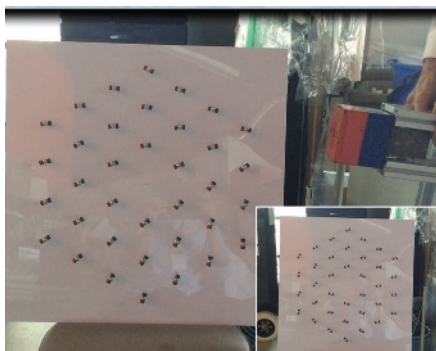
前半は嘉数学芸員によるプラネタリウムで太陽系外惑星について楽しく学び、後半はサイエンスガイドさんの指導で、サインペンの黒がどんな色の染料から作られているかを調べる実験をしました。

9月27日(金)
博物館実習生の最終発表



博物館の学芸員資格を取得するために必要な博物館実習。今年は2名の大学生が学芸員の指導のもと工夫のある展示解説に取り組みました。最終日に1週間の成果を職員の前で発表しました。

9月21日(土)
開館30周年記念 特別サイエンスショー②



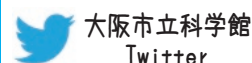
特別サイエンスショー第2回は、齋藤館長の「磁石のひみつ」。館長が特許取得した実験装置を世界初披露！巨大ネオジム磁石を近づけて磁区が大きくなる様子を、客席から歓声が上がりました。

9月28日(土) 開館30周年記念
スペシャルナイト「はやぶさ2トークライブ」



JAXAの吉川真准教授をお招きし、はやぶさ2探査についてご講演いただきました。また飯山学芸員が聞き手となって、リュウグウの地名の由来や探査経過、研究について、お話いただきました。

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。



12月末までの **科学館行事予定**

月	日	曜	行 事
11		開催中	プラネタリウム「星空歴史秘話」(～12/1) プラネタリウム「天の川をさぐる」(～12/1) 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」(～2020/3/31の土日祝) サイエンスショー「電池がわかる」(～12/1)
	14	木	中之島科学研究所コロキウム(うちゅう10月号を参照ください)
	16	土	関西文化の日【展示場のみ入場無料】(～11/17) 自然科学の基礎を訪ねる(～11/17)
	23	土・祝	大人の化学クラブ2019 (第2回) (申込終了) 環境省presents 気象キャスターと一緒に考えよう 親子で学ぶ地球温暖化 (くわしくは科学館公式ホームページをご覧ください)
	24	日	開館30周年記念スペシャルナイト「巨大加速器LHCで探る宇宙」 (くわしくは、うちゅう10月号をご参照ください)
	30	土	楽しいお天気講座「空気のふしぎな実験」 サイエンスリンクin大阪(～12/1)
12	1	日	サイエンスガイドの日
	3	火	臨時休館(～12/5)
	6	金	プラネタリウム「夜空の宝石箱『すばる』」(～3/1) プラネタリウム「オーロラ」(～3/1) サイエンスショー「ブーメラン、カムバック!」(～3/1)
	12	木	中之島科学研究所コロキウム
	26	木	部分日食観察会
	28	土	年末年始休館、新年は1/5(日)9:30に開館します

サイエンスショー開演時刻

	10:00	11:00	13:00	14:00	15:00
平日(12/24～27を除く)	予約団体専用			○	—
土日祝日、12/24～27	—	○	○	○	○

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、各回先着約100名



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。9～11月は、開館30周年を記念して、学芸員がよりすぐりのショーも行います。テーマと日時は科学館公式ホームページでご確認ください。

プラネタリウムホール開演時刻

～11/29の平日	9:50	11:00	11:55	13:00	14:00	15:00	16:00
12/6～20の平日	学習投影	ファミリー	学習投影	天の川 オーロラ	星空歴史 すばる	天の川 オーロラ	星空歴史 すばる
～12/1の土日祝日	10:10	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
12/7～の土日祝日、 12/24～27	ファミリー※	すばる	オーロラ	ファミリー	すばる	オーロラ	すばる

所要時間：各約45分間、途中入場不可、各回先着300席

● 星空歴史：星空歴史秘話

● すばる：夜空の宝宝箱「すばる」

● 天の川：天の川をさぐる

● オーロラ：オーロラ

● 学習投影：事前予約の学校団体専用(約50分間)

● 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)

★土日祝日は、17:00から「学芸員スペシャル」を投影します(11/24の学芸員スペシャルはありません)。

★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(ファミリータイムを除く)。観覧券の返金・交換はできませんのでご了承ください。

※11/24(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。

自然科学の基礎を訪ねる

中・高・大学生が中心の科学館大好きクラブのメンバーが、科学館の展示をガイドします。

■日時：11月16日(土)、17日(日) 各日11:00～16:30 ■場所：展示場

■対象：どなたでも ■申込方法：当日会場へお越しください ■定員：なし

■参加費：当日は関西文化の日のため、大人・学生(高校・大学)も展示場のみ無料で入場できます

サイエンスリンクin大阪

体験型科学教育活動をしている学生団体が、たのしい科学実験や簡単な工作でこどもたちに科学の楽しさを伝えます。

■日時：11月30日(土)、12月1日(日) 各日10:00～16:30

■場所：地下1階研修室 ■対象：未就学児、小学生とその保護者 ■定員：なし

■参加費：無料 ■申込：不要(当日会場へお越しください)

KOL-Kit

コルキット

土星の環
も見える!

望遠鏡工作キット スピカ

¥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/>

楽しいお天気講座「空気のふしぎな実験」



空気には重さがあるかな？空気のふしぎな実験をやってみよう！天気予報でよく使われる気圧とは何か、実験を中心に気象予報士がお話します。

- 日時:11月30日(土) 13:30~15:30 ■場所:工作室 ■対象:小学3年生~中学3年生
- 定員:30名(応募多数の場合は抽選) ■参加費:500円 ■申込締切:11月20日(水) **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・年齢(学年)を記入して、大阪市立科学館「空気のふしぎな実験」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

ご注意!

10/1からの往復ハガキ郵便料金改定に伴い、
切手料金不足の場合は配達されないことがあります。ご注意ください。
また、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。

サイエンスガイドの日

大阪市立科学館で活動するボランティア「サイエンスガイド」が総力をあげて、科学館をご案内します。《内容》①体験コーナー ②プチ・サイエンスショー ③展示解説

※くわしくは科学館公式ホームページをご覧ください。

- 日時:12月1日(日) 12:00~16:00 ■場所:展示場 ■対象:どなたでも
- 定員:なし(一部実験等では、要整理券) ■参加費:無料(展示場観覧料が必要です)
- 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107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:12月12日(木) 15:00~16:45 ■場所:研修室 ■申込:不要
- 参加費:無料 ■テーマ:『『ロボット』の誕生』 ■講演者:長谷川 能三 研究員
- 概要:チェコの作家カレル・チャペックが発表した戯曲「R. U. R.」の中で「ロボット」という言葉が初めて使われ、来年で100年です。また1928年には西村真琴が「学天則」を製作しています。「R. U. R.」や「学天則」はどのようなものかをご紹介します。

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”の可能性を追求し続けてまいります。



KONICA MINOLTA

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

部分日食観察会

2019年12月26日、大阪で部分日食が見られます。日食とは、月が太陽と地球の間を通過して、太陽が欠けて見える現象です。科学館の望遠鏡などを使って、日食を安全に観察しましょう。※天候不良時は、中止します。

■日時:12月26日(木) 14:00~16:00 ■場所:科学館南側広場 ■対象:どなたでも
■定員:なし ■参加費:無料 ■申込:不要(当日会場へお越しください)

「科学実験大会2020」出場者募集

展示場3階サイエンスショーコーナーで開催する「科学実験大会2020」で、科学実験ショーを披露していただける方を募集します。実験ショーが得意!という方、おもしろい実験があるので紹介したい!という方、などなど、ふるってご応募ください。

<出場者の応募概要>

■応募〆切:12月11日(水)必着 ■対象:どなたでも。プロ、アマチュア、経験は問いません(ただし、未成年の方が出場する場合は、必ず成人の方を代表者としてご応募ください)

■出場料:無料(実験道具・消耗品・交通費等は出場者負担)

■応募方法:科学館ホームページで公開する出場申込書を使用して、電子メールでご応募ください。締切日の後、書類審査を行い決定します。令和元年12月下旬に応募者の方へ結果を通知します。

<科学実験大会2020開催日> ■日時:令和2年2月8日(土)10:30~16:45(予定)

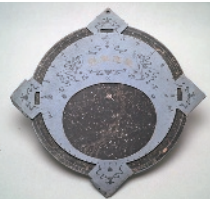
【所蔵資料の貸出】

当館所蔵の資料「星座早見盤」(日本天文学会編集、1942年)を下記で展示中です。詳細は、貸出先へお問い合わせください。

ミュージアムパーク茨城県自然博物館(茨城県坂東市)

2019年10月12日(土)~2020年2月2日(日)

企画展「宮沢賢治と自然の世界ー石・星・生命をめぐる旅ー」



大阪市立科学館 <http://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) 臨時休館(12/3~5)、年末年始(12/28~1/4)

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



友の会 行事予定

月	日	曜	時間	例会・サークル・行事	場所
11	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	研修室
	17	日	14:00～16:00	りろん物理(場の理論)	工作室
	23	土	19:30集合	星見	10月号参照
	24	日	10:00～12:00	天文学習	工作室
			14:00～16:30	科学実験	工作室
	30	土	19:00集合	星楽	10月号参照
12	8	日	14:00～15:30	化学	工作室
			16:00～17:00	光のふしぎ	工作室
	14	土	11:00～16:30	りろん物理	研修室
			14:00～16:00	うちゅう☆むちゅう	工作室
	15	日	14:00～16:00	りろん物理(場の理論)	工作室
	21	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
	22	日	10:00～12:00	天文学習	工作室
			14:00～16:30	科学実験	工作室

開催日・時間に変更されることがあります。最新情報は友の会ホームページでご確認ください。



11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:11月16日(土)14:00～16:00 ■会場:研修室

■今月のお話:「宇宙にある謎の暗黒物質」 江越学芸員

今、世界中の科学者が宇宙に存在する謎の暗黒物質を探しています。今年のノーベル物理学賞を受賞したピーブルス博士も、暗黒物質の存在を予言しています。11/24(日)開催のスペシャルナイトの前に、その入門編となるお話をいたします。



友の会ナイト報告

10月の友の会の例会は、友の会ナイトとして、19日(土)18:00から開催しました。まず最初に会務報告があり、西野学芸員からオーロラのスペシャルナイトの予告映像、江越学芸員から巨大加速器LHCで探る宇宙のスペシャルナイトの予告映像と、将来の惑星が並んで見える日の星空の紹介がありました。続いて、飯山学芸員から、タブレット操作でのプラネタリウム投影のデモンストレーションと、リュウグウの3Dモデルを使った地形の紹介がありました。ここで休憩を挟んで、後半は、飯山学芸員の解説で、11月2日の合宿で見える星空について、特に、星が良く見える場所で肉眼で見ておきたい星座や天体について紹介がありました。参加者は134名でした。



友の会サークル紹介

現在友の会で活動しているサークルは10サークルあります。サークルは友の会の会員同士で集まって運営していただいています。興味のあるサークルに参加して、仲間を増やしませんか。科学館内が会場のサークルは、参加申し込みは不要です。サークル開催日に会場にお越しの上、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。

- ・りろん物理** 毎月第2土曜 11:00～16:30
 初等量子力学、相対性理論、物理数学を輪読形式で学習します。
 毎月第3日曜 14:00～16:00
 「場の量子論」について学習します。
- ・うちゅう☆むちゅう** 毎月第2土曜 14:00～16:00
 広く浅く、入門編として宇宙の知識を増やします。
- ・化学** 毎月第2日曜 14:00～15:30
 化学に関する本を輪読形式で学習します。
- ・光のふしぎ** 毎月第2日曜 16:00～17:00
 電波から放射線の話まで、光の不思議を学習します。
- ・英語の本の読書会** 毎月第3土曜 12:15～13:50
 宇宙に関する解説書を英語で読み、学習します。
- ・天文学習** 毎月第4日曜 10:00～12:00
 天文学に関する本を輪読形式で学習し、知識を深めます。
- ・科学実験** 毎月第4日曜 14:00～16:30
 人生が豊かで楽しくなるよう、生活の中の科学を学習します。
- ・星見** 不定期開催
 星のキレイな郊外で一晩中観測を行います。
- ・星楽(せいら)** 不定期開催
 電車で行ける場所で天体観測を行います。
- ・ハイキング** 不定期開催
 天文や科学に関する史跡・施設を見学し、学習・体験します。

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



惑星の風景(改)



惑星の風景は、展示場4階、入り口の大きな太陽のすぐ左隣にあります。地面のある惑星、金星、火星、地球の地表の一部を立体地図にしたものです。私たちが住む地球の大阪湾付近もふくめ20万分の1の全て同一縮尺にしていますので、他の惑星の地図と比較することで、地形の大きさが感覚的にわかります。約140km四方を切り取り、高さは2倍に強調してあります。地球だと、琵琶湖の一部から京都、大阪、和歌山、神戸をこえて淡路島までが入ります。

惑星の風景は、以前からありましたが、2019年3月のリニューアルで「太陽系の惑星」展示に組みこまれ、かつ改造をしました。

改造のポイントは、テーマパークやイベントなどでも流行りのプロジェクションマッピングです。そう、立体地図にあわせて、映像を映し出すようにしたのです。

もともと惑星の風景は、自由に触ることで、凹凸がまるでない地球の海という特殊な地形や、ゴツゴツした金星の火山、クレーターと洪水地形が合わさった火星を実感してもらうものでした。

これにプロジェクションマッピングを加えることで、触ったり、観察してみたいポイントや地形の名称を示すことはもとより地形形成時の様子、例えば金星の火山噴火や、火星の洪水をイメージしやすくなったと思います。

くわえて背景に風景の写真パネルを追加しました。これらの惑星の表面の様子です。火星は実写ですが、金星はレーダー画像からのCG、そして地球は…写真で表現できず、私が地形CGソフトを使って作りましたのでごらんください。もちろん立体地図にはドンドンさわって地形を実感してください。



渡部 義弥（科学館学芸員）