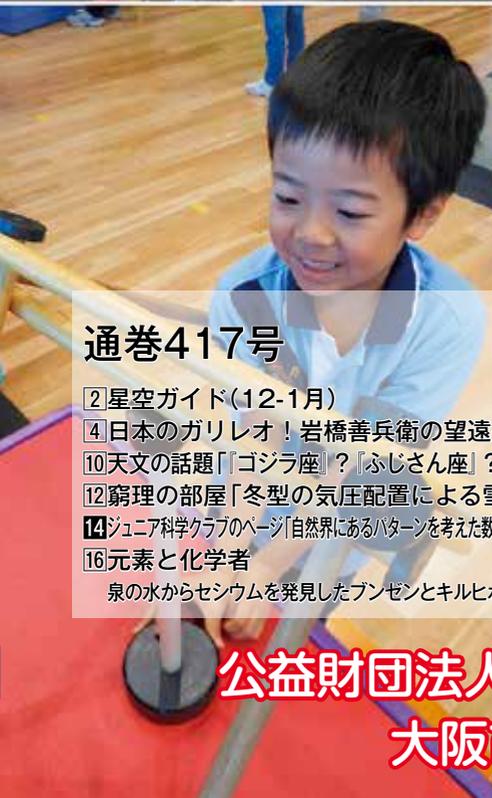


うちゅう 12

2018 / Dec.
Vol. 35 No. 9

2018年12月10日発行(毎月1回10日発行)
ISSN 1848-2395



通巻417号

- ② 星空ガイド(12-1月)
- ④ 日本のガリレオ! 岩橋善兵衛の望遠鏡
- ⑩ 天文の話題「『ゴジラ座』? 『ふじさん座』??」
- ⑫ 窮理の部屋「冬型の気圧配置による雪」
- ⑭ ジュニア科学クラブのページ「自然界にあるパターンを考えた数学者」
- ⑯ 元素と化学者
泉の水からセシウムを発見したブンゼンとキルヒホフ

2018サイエンスサーカス・ツアー・ジャパンの様子。
くわしくは、p20~21をご覧ください。

- ⑯ はやぶさ2 着陸予定を延期
- ⑳ 2018サイエンスサーカス・ツアー・ジャパン
- ㉑ 科学館アルバム(10月)
- ㉒ 最近の研究発表
- ㉓ 科学館リニューアル情報 Vol. 1
- ㉔ 友の会
- ㉕ コレクション「集積回路 製作工程」

公益財団法人大阪科学振興協会
大阪市立科学館

くじら座のミラと、ピルタネン彗星がみごろ

12月16日ごろ、変光星のミラが極大光度になります。また、同日ピルタネン彗星が地球に接近します。両方とも正確な予想ができませんがくうまくいくと！>2~3等級と、大阪市内でも肉眼で見えるくらいまで明るくなります。ピルタネン彗星はすばるのそばで見つけやすいです。夜9時の星図を示しますので、そこに星がないか、ポヤッと何かないか、双眼鏡で探してみてください。



1月6日午前。久々の日食！

1月6日日曜に部分日食が観察できます。大阪市北区で、8時40分36秒～11時22分30秒、下は大阪での経過です。世界のどこでも皆既や金環日食にならず、観察できるのは日本からカムチャツカ半島などの地域。日食グラスなどを使い、安全に楽しみましょう。



[こよみと天文現象]

| 月 | 日 | 曜 | 主な天文現象など |
|----|----|---|--|
| 12 | 16 | 日 | くじら座ミラ(2.0~10.1等)の極大 ピルタネン彗星が、地球に1170万km (0.078天文単位)まで接近(3等級で 見える可能性あり) |
| | 22 | 土 | 冬至 明け方の低空に水星と木星がならぶ |
| | 23 | 日 | ○満月(3時) こぐま座流星群が極大のころ 天皇誕生日 |
| | 24 | 月 | 月が最近(361062km) 振替休日 |
| | 27 | 火 | ●下弦(19時) |

| 月 | 日 | 曜 | 主な天文現象など |
|---|----|---|---|
| 1 | 2 | 水 | 明け方に月と金星が接近/土星が合 |
| | 3 | 木 | 地球が近日点通過/明け方に月と 木星がならぶ |
| | 4 | 金 | しぶんぎ座流星群が極大(10時) |
| | 6 | 日 | ●新月(10時)/小寒 金星が西方最大離角 部分日食(9時前~11時すぎ) |
| | 9 | 水 | 月が最遠(406117km) やぎ座δ星(2.9等)が月に非常に 接近(17時37分ごろ) |
| | 14 | 月 | ●上弦(16時) 成人の日 |
| | 15 | 火 | 天王星が東距 |

渡部 義弥(科学館学芸員)

日本のガリレオ！岩橋善兵衛の望遠鏡

武庫川女子大学 株本 訓久

1. はじめに

「木星を観ると、本当に円形をしており、肉眼で見る満月のようなものである…（中略）…木星の側には4つの小さな星がある。そのうちの2つは木星の右側にあり、木星から遠いものは明るく、近いものはうす暗い。1つは木星の左側にあり、木星と非常に接近しているため、見分けるのが難しい。もう1つは木星の上側にあり、これも木星と非常に接近しているため、見分けるのが難しい……」

これは寛政5年7月20日（1793年8月26日）に催された日本最初の望遠鏡を用いた天体観望会の様子を記した医師 橋南谿の漢文『望遠鏡觀諸曜記』の一節を現代語訳したものです。そして、この観望会で使用されたのが、貝塚の眼鏡職人岩橋善兵衛嘉孝（1756～1811）の製作した八稜筒形望遠鏡です。江戸時代の日本における最も有名な望遠鏡製作者の一人である岩橋善兵衛は、星宿・月齢・潮汐の早見盤『平天儀』（1801年）を考案し、望遠鏡を用いた観測成果に基づく天文学の入門書『天文捷徑 平天儀圖解』（1802年）を著した人物でもあります。望遠鏡製作者であり、観測天文学者である、そして、天文教育・普及家でもある……善兵衛が持つ様々な顔は、ガリレオ・ガリレイのそれを彷彿とさせるものがあります。岩橋善兵衛は日本のガリレオである、そう言っても過言ではないのです。

今回、本論では岩橋善兵衛の生涯と活動、そして、筆者が発見した善兵衛製の八稜筒形望遠鏡について紹介したいと思います。

2. 岩橋善兵衛の生涯と活動—眼鏡職人として、自然科学を習得する—

岩橋善兵衛（写真1）は宝暦6（1756）年、貝塚脇新町の魚屋を営む鯛屋清八の弟として誕生しました。善兵衛は眼鏡の玉磨きを家業として独立し、眼鏡職人として生計を立てる傍ら、寛政5（1793）年頃から天文学や窮理学を学ぶために、京都の皆川淇園や橋南谿に入門しました。同じ頃、善兵衛は「日月星辰を見るべき望遠鏡を自身の工夫慮を以て」⁽¹⁾完成させ、南谿宅において望遠鏡を用いた日本最初の天体観望会を催したのです。



写真1. 岩橋善兵衛銅像
貝塚市立善兵衛ランド所蔵

3. 岩橋善兵衛の生涯と活動—日本最初の望遠鏡を用いた天体観望会—



写真2. 『閑田次筆』の月⁽²⁾

寛政5年7月20日に、橘南谿宅に集まったのは南谿とその知人、そして、善兵衛の計13人でした。南谿たちは善兵衛が製作した筒周囲約24～27cm、鏡筒長約240～270cmの八稜筒形望遠鏡で、太陽、月、金星、土星、木星、天の川、アンドロメダ銀河など、様々な天体を観察しました。

ここでは、『望遠鏡観諸曜記』の書き下し文が収録されている伴蒿蹊の『閑田次筆』の望遠鏡で見た月に関する記述を紹介することにしましょう。

「月を観る、其色新に炉を出る銀のごとし。其虧る所泡沫のごときものありて、大小一ならず、数十相寄る。肉眼見る所、月中黒暗の所、鏡をもて見るもまた微しく暗し。其象雪輪の紋に似たる

もの三ツを見る。また蚕豆^{ソラマメ}の大サなるもの二ツあり。極て鮮明^{アキワカ}にして、光芒四方に出づ、其外彼泡沫のごときものあまた点綴^{ツツナレリ}。其魄則^ス肉眼の見るところに異なることなし⁽³⁾」という記述は、ガリレオの望遠鏡を用いた観測記録である『星界の報告』(1610年)に勝るとも劣らない詳細な観測記録である、ということができるとでしょう。

4. 岩橋善兵衛の生涯と活動—『平天儀』の考案と天文書『平天儀圖解』の執筆—

観望会の後、善兵衛は木張、竹筒、そして、木目薄片の上に和紙を貼り重ねて漆で塗り固めた一閑張など、様々な構造を持つ望遠鏡を数多く製作しました。寛政8(1796)年には、幕府司天台のための望遠鏡を製作したのをはじめ、彦根藩井伊家等の大名家、江戸や大坂等の学者や愛好家、さらに寛政12(1800)年に全国測量に着手することになった伊能忠敬にも望遠鏡を提供しました。

また、善兵衛は享和元(1801)年に星宿・月齢・潮汐の早見盤『平天儀』を考案し、享和2(1802)年には平天儀の理論、及び望遠鏡による観測成果に基づく天文学の基礎を解説した入門書『天文捷徑 平天儀圖解』を著しました。特に『平天儀圖解』は、一般の人たちが天文に興味を持つきっかけとなったといわれています。

当時の望遠鏡製作者は善兵衛だけではありませんでした。しかし、望遠鏡製作を専業としていたのは善兵衛のみであり、彼の望遠鏡は性能、製作数で他を圧倒するものでした。

文化8(1811)年5月25日、善兵衛が56歳で没すると、二代目源兵衛が家業を引き継ぎ、以後、望遠鏡製作技術は三代目源兵衛、四代目源兵衛(後に善兵衛)へと一子相伝の秘伝として受け継がれ、明治を迎えました。そして、五代目幸

治郎の時に、「家業時世の變遷により専ら時計並に貴金屬店を営む」⁽⁴⁾ ようになり、岩橋家の望遠鏡製作の伝統の技は、ここに終りを迎えることになりました。

5. 岩橋家製望遠鏡の研究

江戸時代に日本で製作された望遠鏡の多くは、一閑張いっかんばりの手法で製作された縮尺式きんていのもので、鏡筒には金泥で牡丹唐草等の模様が施されていました。善兵衛は木張や竹筒等、様々な構造の望遠鏡を製作しましたが、善兵衛を含む岩橋家が製作した望遠鏡の大部分は四段もしくは五段縮尺式の一閑張のものでした。さらに岩橋家製の大型の一閑張望遠鏡の多くは、対物レンズセルや接眼筒に岩橋銘が押され、鏡筒には「この模様が施されている望遠鏡は岩橋家製のものである」という判断基準である岩橋車形模様と呼ばれる独特の模様が施されていました。

これまで岩橋家製の望遠鏡の研究は、富山市天文台の渡辺誠を中心としたグループによって進められてきました。渡辺等は、現存する江戸時代に製作された望遠鏡を調査し、岩橋家製の望遠鏡を23点確認しました⁽⁵⁾。そして、筆者は渡辺等の研究を基礎に調査を行ない、新たに岩橋家製の望遠鏡を5点、発見しました。ここでは最近、筆者が発見した岩橋善兵衛製の八稜筒形望遠鏡を、渡辺が岩橋家製と確認した射水市新湊博物館所蔵の一閑張望遠鏡と共に紹介したいと思います。

6. 発見！岩橋善兵衛の八稜筒形望遠鏡



写真3. 八稜筒形望遠鏡



写真4. 窺天鏡之圖

2017年3月、筆者は岩橋善兵衛が製作した八稜筒形望遠鏡を入手しました。善兵衛が八稜筒形望遠鏡を製作したことは、寛政5年7月20日に橘南谿宅で催された天体観望会に、善兵衛が八稜筒形望遠鏡を持参したこと、そして、『平天儀圖解』に「窺天鏡之圖」（写真4）として八稜筒形望遠鏡が描かれていることから知られていました。しかし、渡辺等によって岩橋家製と確認された望遠鏡23点の中には、八稜筒形のものはありませんでした。

今回、入手した八稜筒形望遠鏡は筒周囲約17.5cm、鏡筒長約126.2cmで、鏡筒には岩橋車

形模様が施されていました。また、接眼部には「岩橋」と判読できる銘があり、鏡筒内部には岩橋銘の焼印が押された紋りが置かれていました。接眼部の「岩橋」と判読できる銘（写真6左）の「岩」は、「山」の端の部分が外側に広がっているのに対し、紋りに押された岩橋銘の焼印（写真6右）の「岩」は、「山」の端が内側を向いており、2箇所施された岩橋銘の「岩」の書体の特徴は異なっていました。

岩橋家製の望遠鏡で、接眼部と対物レンズセルの2箇所に岩橋銘が施されて



写真5. 八稜筒形望遠鏡に施された「岩橋車形模様」



写真6. 接眼部の「岩橋」銘と鏡筒内の紋りの「岩橋」銘の焼印



写真7. 射水新湊博物館所蔵の一閑張望遠鏡（手前側。奥側は渡辺誠氏所蔵）

いるものは5点、確認されています。そのうち、4点は2箇所の岩橋銘の書体はよく似たものでしたが、残り1点、射水市新湊博物館所蔵の望遠鏡（写真7）は、2箇所の岩橋銘の書体の特徴が異なっていました。

射水市新湊博物館の望遠鏡は、2016年5月に同博物館に寄贈された柴屋資料の中に含まれていた5段式一閑張のもので、渡辺誠によって岩橋善兵衛製であることが確認され、2017年2月9日に望遠鏡に関する記者発表が行なわれました。この望遠鏡は鏡筒径約9.6cm、鏡筒長約295.2cmであり、岩橋家製のものとしては最大級の大きさを持っていました。そして、望遠鏡の分解修理の際に「辰文化五年正月吉日」⁽⁶⁾ という墨書きが発見され、製作年代が特定されました。また、鏡筒には岩橋車形模様が施されていることに加え、接眼部には岩橋銘が施されており、対物レンズセルには岩橋銘の焼き印が押されていました。接眼部の岩橋銘（写真8左）の「岩」は「山」の端の部分が外側を向いているのに対し、対物レンズセルの岩橋銘の焼き印（写真8右）の「岩」は「山」の端の部分が内側を向いており、二つの銘の特徴には違いが見られました。そ

して、新湊博物館の望遠鏡の2箇所を八稜筒形望遠鏡のものと比較すると、接眼部の銘の「岩」は同じ特徴を持ち、対物レンズセルの銘と絞りの銘の「岩」も同じ特徴を持っていることが分かりました。

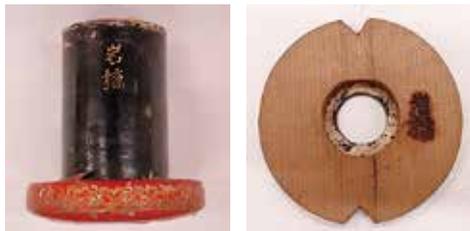


写真8. 射水市新湊博物館所蔵の岩橋善兵衛製望遠鏡の接眼部の「岩橋」銘とレンズセルの「岩橋」銘の焼印⁽⁷⁾

渡辺等は、岩橋銘の特徴が似ている望遠鏡は「お互いに近い時期に製作された可能性がある」⁽⁸⁾と解釈しており、このことから八稜筒形望遠鏡が製作された年代は、射水市新湊博物館の望遠鏡が製作された文化5（1808）年正月前後という可能性が極めて高いこと、そして、この製作年代から八稜筒形望遠鏡は初代岩橋善兵衛が製作したものである、ということが明らかになりました。

今回、発見された八稜筒形望遠鏡の特徴は、今後、新たに発見が予想される同形の望遠鏡を調査する際の基準になると期待されています。

7. おわりに

本論では、望遠鏡製作者、観測天文学者、そして、天文教育・普及家という様々な顔を持つ「日本のガリレオ」岩橋善兵衛の生涯と活動、そして、筆者が発見した善兵衛製の八稜筒形望遠鏡について紹介しました。

岩橋家製望遠鏡の研究には数多くの課題が残されており、今後、さらなる調査によって、新たな岩橋家製望遠鏡が発見されると考えられています。たとえば、1910年にハレー彗星の太陽面通過の観測に成功したアマチュア天文家前原寅吉が旧八戸藩南部家から譲り受けた「南部信順が薩摩藩から八戸藩への婿入り道具として持参したオランダ製の望遠鏡」が、岩橋家製のものであることが判明した⁽⁹⁾のも、その一例といえるでしょう。

また、今回、紹介した八稜筒形望遠鏡は、筆者がインターネットオークションを通じて入手したものです。ネットオークションを通じて、岩橋善兵衛という江戸時代の日本を代表する望遠鏡製作者の望遠鏡を、気軽に入手できる時代になったのです。そして、このことは大東文化大学の中村士が、「私は、この正富望遠鏡がWolf氏のような優れた蒐集家の手に落ちたことに感謝する。しかしそれと同時に、次のようにも感じた。明治維新後に江戸時代の文化財が多数国外に流失したフェノロサ・岡倉天心の時代ならともかく、現代においてもなお、正富望遠鏡の如き貴重な歴史的器物が、誰にも公開されたオークションで海外に買い去られてしまう。その、文化財に対する我が国の意識の低さと無

関心にショックを受けた」⁽¹⁰⁾と述べているように、森仁左衛門正富^{まさとみ}（中村は、徳川吉宗の大型望遠鏡を製作した正勝の父親と推測しています）の製作した歴史的価値の高い望遠鏡がネットオークションを通じて、明治時代以上に容易く、海外へ流出してしまう時代になったということも意味しているのです。

本論が、江戸時代の日本製の観測機器の歴史的価値が見直され、それらの機器を日本の「天文遺産」として、保全、継承していく環境が整備されるための一助となることを期待して、結びとしたいと思います。

8. 注

- (1) 三浦理編『東西遊記附北窓瑣談』有朋堂書店、1910年、141頁
- (2) 伴蒿蹊『閑田次筆』野田次兵衛他、文化3（1806）年<http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2562770>（2018.10.5閲覧）
- (3) 前掲（2）
- (4) 上岡友泉『傳説の泉（岩橋善兵衛の巻）』南海朝日新聞社、1933年、15頁
- (5) 渡辺誠、安井利行「岩橋家の製作した一閑張望遠鏡の特徴について」『富山市科学文化センター研究報告』第16号（1993年）
渡辺誠、相本実、鳥居吉一他「岩橋家の製作した一閑張望遠鏡の特徴について II」『富山市科学博物館研究報告』第34号（2011年）
渡辺誠「岩橋善兵衛の望遠鏡の特色—すぐれた技術にせまる—」『貝塚市立善兵衛ランド開館25周年記念誌』貝塚市立善兵衛ランド、2017年11月18日
- (6) 射水市新湊博物館「江戸時代の岩橋家の製作した大型望遠鏡の新発見について」射水市新湊博物館、2017年2月9日
- (7) 射水新湊博物館所蔵
- (8) 前掲（5）渡辺誠、相本実、鳥居吉一他、120頁
- (9) 鈴木喜代春『野の天文学者—前原寅吉』あすなろ書房、1993年
渡辺誠「岩橋善兵衛の望遠鏡の特色—すぐれた技術にせまる—」『貝塚市立善兵衛ランド開館25周年記念誌』貝塚市立善兵衛ランド、2017年11月18日
<http://hacchi.jp/blog/2013/09/e001395.html>（2018.10.5.閲覧）
- (10) 中村士「江戸時代前期の日本望遠鏡」『科学史研究』第54巻第274号（2015年）、57頁

著者紹介 株本 訓久(かぶもと くにひさ)



武庫川女子大学生活環境学部情報メディア学科准教授。井上毅さん(明石市立天文科学館)、嘉数次人さん(大阪市立科学館)と共に「近畿天文学史懇談会」を立ち上げ、新城新蔵の宇宙進化論の研究に取り組んでいる。

『ゴジラ座』？『ふじさん座』？？

天文の話題で何を取り上げようかと考えていた10月、NASAが突如「新たな星座」を発表しました。それも、『ゴジラ座』やら、『ふじさん座』やら…。当館にお越し下さるお客様からも、「新しく作られた『ゴジラ座』見たかった!」というお声があったほど。

もちろん正式に「新たな星座」が作られたわけではありません。これらは、フェルミガンマ線宇宙望遠鏡10周年を記念してNASAが作った、非公式の星座なのです。

「フェルミガンマ線宇宙望遠鏡」10周年

フェルミガンマ線宇宙望遠鏡（フェルミ衛星）は、日米欧の国際協力で開催されたガンマ線天文衛星で、2008年6月に打ち上げられ、8月より運用を開始しました。そして、10周年となる今年、記念としてガンマ線源を線で結んで作った「新たな星座」21個をNASAが発表したのです。

この衛星に搭載されたガンマ線検出器 Large Area Telescope (LAT) により、全天観測が行われ、2015年までには約3,000個のガンマ線源を検出しています。それは、フェルミ以前に知られていた約10倍の数にあたり、夜空の目に見える恒星数に匹敵するほどとなったため、科学者たちがガンマ線源を線でつないで新たな星座をつくらう!と、粋なことを考えたようです（アメリカっぽいといえば、ぽいですね）。



フェルミガンマ線
宇宙望遠鏡

©NASA

宇宙のガンマ線源とは？

ガンマ線源とは、「ガンマ線を放出する天体」のことです。ガンマ線は、約0.01nm以下の最も波長の短い電磁波を指します。X線とは波長域が重なっている部分があり、その中で原子核の状態遷移によって発生するのはガンマ線と定義されています。宇宙からやってくるガンマ線はエネルギーの高い天体現象により放出されているため、ガンマ線観測によって、宇宙における高エネルギー現象を解明することが期待されています。

宇宙にある主なガンマ線源は、超新星残骸 (SNR)、パルサー、活動銀河核 (AGN)、ガンマ線バースト (GRB)、さらに天の川銀河中心などが挙げられます。フェルミ衛星のLATは、30MeVから300GeVを超えるエネルギー領域を高い感度で観測しており、SNR、パルサー、AGNなどを検出しています。また、この衛星には、ガンマ線バーストを検出するガンマ線バーストモニター (GBM) も搭載されています。

作られた「新たな星座」たち

今回作られた「新たな星座」たちは、NASAの特設サイトで閲覧することができます (<https://fermi.gsfc.nasa.gov/science/constellations/>)。そのモチーフには、フェルミ衛星の開発や運用に貢献している国々にちなんだものが含まれています。日本からはゴジラと富士山が選ばれました。おもしろいと思うのは、これらを適当に選んだ訳ではなく、(こじつけではあるものの)理由もきちんと説明しており、さらに関連する科学の話題も取り上げているところです。上記HPには各星座のページがリンクされており、「ゴジラ座」と「ふじさん座」のページもあります。たとえば「ゴジラ座」のページには、ゴジラを選んだのは、ゴジラの放つ熱線がガンマ線ジェットによく似ているから、とあります。さらに、ブラックホールの周りに発生するガンマ線ジェットや、中性子星の合体によるガンマ線バーストなどの話題を取り上げています。また「ふじさん座」のページには成層火山の典型とも言える富士山の形が、ガンマ線がLATに検出される時の経路によく似ているから、とあります。ここではLATによるガンマ線検出について紹介しています。



公式の星座と照らし合わせると、ゴジラ座は、きりん座の辺り、ふじさん座はアンドロメダ座の辺りに描かれています。ところで、元日に見る初夢には「一富士二鷹三茄子」が縁起良いとされています。元日の夜8時ごろには、ふじさん座が南の空高いところにありますので、もし元日晴れて

特設サイト「Fermi's Gamma-ray Constellations」のキャプチャ画像

「ゴジラ座」「ふじさん座」の他、「シュレディンガーのねこ座」など。個人的には、「ほんとうに大切なものは目に見えないんだ」の「ほしのおうじさま座」が好きです。

いたら、ふじさん座(アンドロメダ座辺り)をながめ、初夢にそなえてみるのはいかがでしょう(これもこじつけですね)。



窮理の部屋 162

冬型の気圧配置による雪

街はすっかりクリスマスモード☆そろそろ雪の季節です。そこで、今回は、これから天気予報でよく耳にする「冬型の気圧配置」による雪が降るしくみをご紹介します。冬型の気圧配置が強いときは主に日本海側で大雪となりますが、ときには太平洋側にも雪をもたらします。また、ちょうどクリスマスの頃には寒波がやってくるのが多く、2012年のクリスマスイブには大阪でも少し雪が降りました。ホワイトクリスマスですね♪（この頃にやってくる寒波を「クリスマス寒波」と呼んでいます。）

〔図1、図3：気象庁「平成29年1月22日から24日にかけての大雪について（大阪管区気象台管内：中国地方の気象速報）」より（※トリミング加工をしています）〕

冬型の気圧配置は西高東低！

「冬型の気圧配置」とは、日本の西側に高気圧、東側に低気圧がある「西高東低」の気圧配置です（図1）。風は気圧が高いところから低いところへ向かって吹くので、シベリア大陸からの冷たく乾いた空気が日本列島にやってきます。

ただ、大陸からの冷たく乾いた空気は、日本海を渡るときに変質します。大陸からの空気に比べると日本海の海面水温は高いため、海面に接している大気の下層が暖められます。そして、雲の発生に必要な水蒸気も補給され、湿った空気になります。

さらに、下層が暖められると大気が不安定となって上昇気流が起こり、積雲や

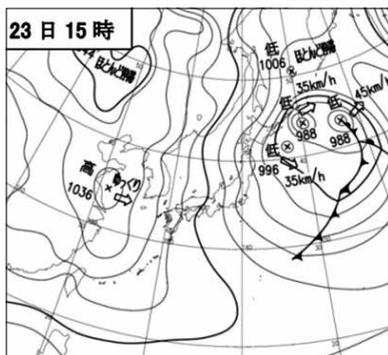
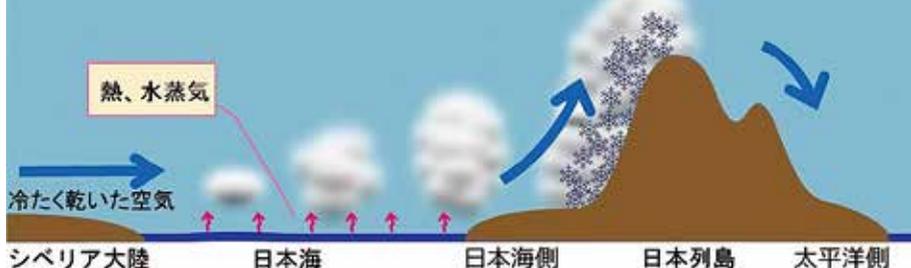


図1. 西高東低の気圧配置
2017年1月23日15時の天気図

図2. 冬型の気圧配置による雪が降るしくみ(山雪型)



積乱雲が発生します。この雲が日本列島に到達して、また、日本列島の高い山にぶつかって起こる上昇気流によって積乱雲が発達して、日本海側地域に大雪を降らせる…というのが、「冬型の気圧配置による雪が降るしくみ」です(図2)。日本海側で雪を降らせた後は、山を越えた乾いた風が太平洋側へ吹き降りて、太平洋側では乾燥した晴れの日が多くなります。

冬型天気のポイントは筋状の雲！

冬型の気圧配置が強まり、南北に走る等圧線の間隔が狭くなると(気圧差が大きくなると)、大陸からの風が強まります。さらに、大陸からの空気が冷たいほど、また、上空の寒気が強いほど、暖かい海面との温度差が大きくなり、雲は発生しやすくなります。すると、この雲が風に流されて筋状に並びます。気象衛星の雲画像を見ると、日本付近で雲が筋状に並んでいます(図3)。日本海に注目すると、この雲が大陸に近いところから発生しているほど、寒気が強いことを表します。ぜひ天気予報などの衛星画像でも確認してみてください。

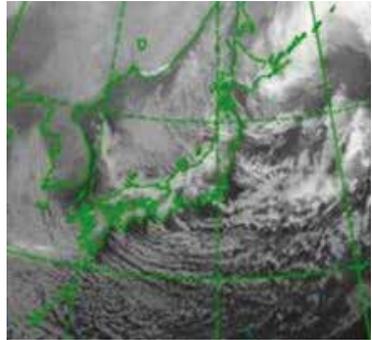


図3. 筋状の雲 2017年1月23日15時の衛星画像

また、このような時は、同じ日本海側でも山沿いや山地で大雪となりやすく、「山雪型」と呼んでいます(図2)。ときには、太平洋側にも雲が流れ込み、太平洋側でも雪が降ることがあります。一方、海岸や平野部で大雪となる場合を「里雪型」と呼んでいます。冬型の気圧配置はそれほど強くなく風もそれほど強くありませんが、上空に強い寒気があり、山地での上昇気流がなくても海上や平野部で積乱雲が発達し、大雪もたらしめます。

大阪でホワイトクリスマス☆

雪が降らない地域では、ホワイトクリスマスに憧れる…なんてことはないでしょうか？なかなか雪が降らない大阪、過去30年間でクリスマスに雪が降った年を調べてみました！すると。。。30年間のうち、12月24日または25日に雪が降ったのは4年。これを多いとみるか、少ないとみるかは考え次第ですが、大阪でもホワイトクリスマスになる可能性はあります！さあ、今年のクリスマスはどうでしょうか…？〔今回のデータは、気象庁が大阪の気象官署(大阪市)で観測している「天気概況」を参照しています〕

また、「太平洋側の雪」については『月刊うちゅう』2018年1月号をご覧ください。

(→ http://www.sci-museum.jp/uploads/publication/101_pdf.pdf)

西岡 里織(科学館学芸員)

ジュニア科学クラブのページ



自然界にあるパターンを考えた数学者

ボールを真上に投げ上げると、向きは反対になりますが、投げ上げた速さと同じ速さになって自分の所に戻ってきます。高く投げ上げても、低く投げ上げても一緒です。振り子をつまんで手を離すと、同じ高さの向こうへ行っ、そしてまたこちらに戻ってきます。何かが保存しているようです。

高い位置にあるボールは、低いところにあるより、高さの差に比例する位置エネルギーというものを持っています。また、運動しているボールは、速さの2乗に比例する運動エネルギーというものを持っています。

この位置エネルギーと運動エネルギーの和は力学的エネルギーと呼ばれるものなのですが、運動のどの瞬間でも変わらず一定です。このようなことは、さらに一般化できて、エネルギー保存則と呼ばれています。

ところで今書いたような実験は、今日やっても、明日やっても、1000年後にやっても同じです。実は「いつやっても同じこと」ということと「エネルギーが保存する」ということが関係しているのだという驚くべき事実をネーター



A. エミー・ネーター
(1882-1935)

ドイツの数学者。彼女の発見した対称性と保存則の関係は、ネーターの定理と呼ばれ、現代物理学の発展に大きく寄与しました。

という女性数学者が発見しています。

みなさんは、ニュートンの法則というのをどこかで聞いたことがあるかもしれません。ニュートンの法則がいつでも使えるということとエネルギーが保存することとは関係していたのです。エネルギーにはいろんな種類があり、刻々とその姿を変えていくのですが、その和は常に一定に保たれます。つまりエネルギーの和は増えも減りもしないのです。

ポアンカレという数学者は「海岸で小石をいくつか集めてみよう。きっと似たものが見つかる。そこには必ずパターンがある。」と言っています。パターンとは繰り返しのことです。空間的な繰り返しは、模様であったり、そして原子レベルでは結晶構造のようなものを作り出したりします。そして、時間的な繰り返し（いつやっても同じ）がエネルギーの保存を保証するのです。

彼はその後こう続けます。「もし、パターンを何も見つけることができず、全てデタラメであったら、科学というものは存在できないだろう。そして我々人間自身も存在できないだろう。」

科学にはいろんな研究方法がありますが、パターンを見つけることは極めて重要で、そのパターンがなぜできるのかを考えることが科学の醍醐味でもあります。



J. = アンリ・ポアンカレ
(1882-1935)

フランスの数学者。彼の提出した難問ポアンカレ予想が2002年になってようやく解かれたときは大きな話題になりました。

おおくら ひろし(科学館学芸員)

元素と化学者 泉の水からセシウムを発見したブンゼンとキルヒホフ

1. 時の流れ

新しく制作した分光器を用いて、泉の水から新元素を発見した栄光は、ドイツのブンゼンとキルヒホフに与えられています。元素の発見には、化学者の運命を左右した歴史があった例を紹介しましょう。

イタリアのエルバ島で、1846年にドイツの鉱物学者ブライハウプトは新種のよく似た鉱物二つを見つけ、ギリシャ神話のふたごの星座にちなんで、カストル石とポルクス石と名づけました。カストル石は、リチウムを含み、すでに発見されていたペタル石（葉長石）と同じ鉱物であることがわかり、すぐにその名前は取り下げられました。ポルクス石は、ドイツの化学者プラトナーに渡されて分析されましたが、含まれるアルカリ金属をナトリウムとカリウムと考えたために新元素は見つかりませんでした。このとき、プラトナーが新元素を発見していれば、元素発見の歴史は変わったでしょう。



図1. ロベルト・ブンゼン(左)と
グスタフ・キルヒホフ(右)

https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Bunsen

https://en.wikipedia.org/wiki/Gustav_Kirchhoff

2. 新しい分析器をつくり、泉の水や鉱物を分析する

ポルクス石の発見から十数年の時が流れ、ドイツの化学者ブンゼンと物理学者のキルヒホフは、ブンゼンバーナー、試料針、プリズムと顕微鏡を組み合わせた新しいキルヒホフ・ブンゼン炎光分析計を制作して、いろいろな水を分析していました。バード・デュークハイムの泉の水を分析しているとき、不純物を除いた濃縮液に2本の青い輝線が見つかりました。ひとつはストロンチウムによるものでしたが、もう1本の輝線は新しい元素によることがわかりました。この新元素は、1860年に、古くから蒼穹（そうきゅう）の青さを示すのに用いていたラテン語のセシウス caesius からセシウム cesium と名づけられました。翌年、二人は新分析計を用いて、リシア雲母から新元素ルビジウムも発見しました。輝線が赤色を示すため、ラテン語で暗赤色を表す rubidus にちなんでルビジウム rubidium と名付けました。新しい技術の発明は、新元素の発見には欠くことのできないものでした。ブンゼンは、共同研究者のロスコウに新元素の発見を手紙で知らせ、その半年後には約7.3グラムの純粋な塩化セシウムと9.4グラムの塩化ルビジウムを得ました。約44トンの泉の水を処理して得たそうです。純粋なセシウムは、1882年に、ドイツのゼッターベルクが電気分解法を用いて分離しました。

3. 栄光を見逃した化学者と新技術の発明の意味

それから4年がたち、イタリアの分析学者ピザニは、かつてプラトナーが研究していたポルクス石の分析にとりかかり、この鉱物中にセシウムを発見しました。ポルクス石の発見から18年もの時間がたっていました。プラトナーは硫酸セシウムを硫酸ナトリウムと硫酸カリウムと考えていたことがわかりました。プラトナーがもう少し注意深く実験をしていれば、セシウム発見の栄光はプラトナーに輝いたかもしれません。

微量な物質の量を精密に量り、多くの知識をよりどころにして元素を発見する古典的方法は、炎色反応を応用して波長分析をしたブンゼンとキルヒホフの新技術にかなわないものでした。新技術が栄光を得たことは、歴史の大きな流れと言えるでしょう

4. ブンゼンとキルヒホフはどんな人？

ブンゼンバーナーで知られるロベルト・ブンゼン (1811-1899) は、ドイツのゲッティンゲンに生まれ、1832年ゲッティンゲン大学を卒業後、ヨーロッパへの旅に出ました。

マールブルグ大学やブレスラウ大学で研究したのち、1852年にハイデルベルグ大学理学部の教授に就任しました。ヒ素化合物を研究していたときに爆発事故で右目を失いましたが、多数の有能な化学者を育てました。後に元素周期表を発表するロシアのメンデレーエフもブンゼンの研究室に2年間滞在して研究をしました。ブレスラウ大学で知り合った物理学者のキルヒホフと意気投合して、ハイデルベルク大学で新しい分析器を製作してセシウムやルビジウムを発見しました。

一方の、グスタフ・キルヒホフ (1824-1887) は、ケーニヒスベルグに生まれ、若くして電気回路についてキルヒホフの法則を発見した天才物理学者です。ベルリン大学、ブレスラウ大学で研究し、ハイデルベルク大学で教授となり、放射エネルギーに関してキルヒホフの法則を発表しました。ブンゼンとも研究し、セシウムとルビジウムを発見しました。この時、分光学的方法により太陽の構成元素を特定できることを示唆しました。その後、ベルリン大学に戻り、物理学者ヘルムホルツと研究をしました。

5. セシウムのその後

セシウム137はベータ線を出す放射性元素で、半減期は約30年です。2011年の東京電力福島第1原子力発電所の事故により環境中に放出され、大きな問題となりました。一方、自然界にあるセシウム133は、セシウム原子時計に使われています。原子がある一定の電磁波を吸収・放射する性質を利用して時間を決めています。1955年にイギリスでつくられて以来改良されて、1967年に世界標準時計として採用されました。人類が到達した最も正確な時計です。セシウム以外には、ストロンチウムやイッテルビウムを用いる光格子時計なども研究されています。

着陸予定を延期

MASCOT 放出成功

小惑星探査機「はやぶさ2」には、MASCOTという小型着陸機が搭載されていました。MASCOTは、DLR（ドイツ航空宇宙センター）とCNES（フランス国立宇宙研究センター）によって共同開発された小型着陸機です。図のような直方体型のボディで、周囲の様子を撮影できる広角カメラ、リュウグウ表面の鉱物の組成や特徴を調べることができる分光顕微鏡、表面温度や磁場などを測定するための計器などが搭載されています。



MASCOT ©DLR

はやぶさ2は、MASCOTをリュウグウ表面に着陸させるために、10月2日に降下を開始し、10月3日に、MASCOTを切り離しました。その後、MASCOTからの通信がはやぶさ2に届き、MASCOTが無事にリュウグウに着陸できたことが確認されました。また、MASCOTが撮影したリュウグウ表面の写真も公開されました。MASCOTは、リュウグウ表面での科学探査を行い、そのデータは、はやぶさ2を通じて、地球に送られました。MASCOTに搭載されている電池は充電式ではないため、電池が尽きたMASCOTは、着陸から約17時間後に予定通り活動を停止しました。



MASCOTが撮影したリュウグウ表面 ©MASCOT/DLR/JAXA

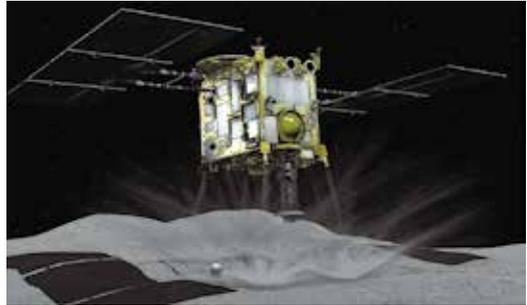
はやぶさ2着陸延期

当初ははやぶさ2の着陸（タッチダウン）とリュウグウ表面のサンプルの採取は、今年の10月下旬に1回目が計画されていました。ですが、これまでのはやぶさ2によるリュウグウの探査結果や、ミネルバ2、MASCOTからの画像なども含めて検討した結果、はやぶさ2の着陸の計画を延期し、着陸の方法について再検討することとなりました。

はやぶさ2の着陸は、サンプラーホーンを小惑星表面に接触させて、表面の岩石を採取する方式です。サンプラーホーンは多少の伸縮性があり、着陸した

時の機体の下面は、サンプラーホーン先端から高さ約50cm強になります。ですので、小惑星表面に、高さ50cmを越えるような岩があると、着陸時にサンプラーホーンが地面につく前に、岩が探査機のボディと接触してしまう危険性があります。

そこで、着陸候補地点の絞り込みが行われました。いままで、約100m四方の広さのエリアをL08と名付けて着陸候補地としていましたが、その中でも大きな岩がない20mほどのエリアをL08-Bとして、この狭い範囲に、探査機を誘導して着陸を行う方針になりました。当初の計画よりも、精密な探査機の誘導を行う必要があるため、着陸のリハーサルとなるテストと技術的な検討を行う時間を増やし、実際の着陸は来年2019年1月に行う計画に延期とになりました。なお、今のところ、はやぶさ2の着陸は、2019年4月までに合計3回実施する計画になっています。



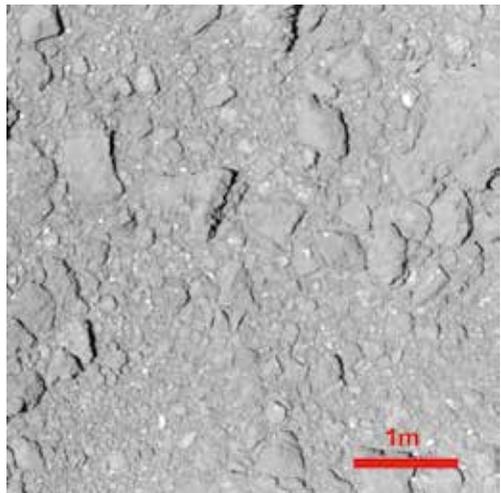
はやぶさ2の着陸(想像図)

はやぶさ2の機体から下に伸びる突起がサンプラーホーン。この想像図のように凹凸の少ない場所へ着陸するのが望ましい。

©JAXA

第2回、第3回着陸リハーサル

10月14日～16日に2回目の着陸リハーサル（1回目は9月11日～12日）が実施されました。さらに、10月23日～25日には、3回目の着陸リハーサルが実施されました。3回目の着陸リハーサルでは、着陸の目印となるターゲットマーカーが放出され、無事に、リュウグウ表面にターゲットマーカーが着地したことも確認されました。ターゲットマーカーの中には、はやぶさ2打ち上げ前に募集された約18万人の名前が印字されたアルミシートが納めてありました。



2回目のリハーサル時に撮影された、高解像度のリュウグウ表面の写真。

©JAXA、東京大など

飯山 青海(科学館学芸員)

2018サイエンスサーカス・ツアー・ジャパン

この秋、オーストラリア国立科学技術センター「クエスタコン」、オーストラリア国立大学CPASとの共催で、「2018サイエンスサーカス・ツアー・ジャパン」を開催しました。それぞれが企画したサイエンスショーを共同で演じ、展示とともに各地を巡回しました。

■オープニングセレモニー

10月12日には大阪市役所正面玄関ホールでオープニングセレモニーを行いました。サイエンスショーや展示も行ない、近隣の小学校の皆さんにも来ていただきました。



テープカット



サイエンスショー「ブーメラン」



クエスタコンの展示

■大阪会場

大阪会場は、大阪市立科学館の展示場が休止中のため、大阪市立中央図書館で行ないました。クエスタコンの展示18点に加え、大阪市立科学館の展示12点もいっしょにツアーを巡回しました。



中央図書館の広い会場



「左手？右手？」



「人間ちえの輪」



「ぜんぶのるかな？」



「おおがたまんげきょう」



「磁石の花」

サイエンスショーは、「ミュージック」「身近なもので作る科学」「ブーメラン」の3つの演目を、オーストラリアのスタッフとともに大阪市立科学館のボランティア、科学デモンストレーターのみなさんが、ショーの組み立てを一緒に考えたり、実演したりしました。また平日には近隣の小学校に訪問し、たくさんの方と楽しいショーの時間を過ごしました。

実は今回の2018サイエンスサーカス・ツアー・ジャパンは、科学デモンストレーター有志が2回にわたりクエストコンへ遠征し築き上げた友好が土台になっているのです。



研修会のような



「ミュージック」でお客様と実験



「身近なもので作る科学」



「ブーメラン」



ブーメランを上手に作って投げるには？ 小学校での「ミュージック」



■奈良、名古屋、高知へ

大阪会場の後、サイエンスサーカス・ツアーは、奈良市役所、名古屋市科学館、高知みらい科学館を巡回しました。各会場での展示・サイエンスショーの他、近隣の学校へ出張サイエンスショーも行ないました。大阪市立科学館の科学デモンストレーターの皆さんも、各地でオーストラリアや各科学館のスタッフと一緒にサイエンスショーを行ないました。



奈良市役所の広い会場で
マシュマロバズーカ



名古屋市科学館での
展示のようす



高知みらい科学館での
ブーメランのサイエンスショー

長谷川 能三・岳川 有紀子(科学館学芸員)

科学館アルバム

今回は10月のできごとをレポートします。科学館は、引き続き展示場休止中でしたが、10月のプラネタリウム番組「オーロラ」を見に、多くのお客様がご来館くださいました。

10月11日(木)
中之島科学研究所コロキウム



嘉数次人研究員が「明治6年の太陽暦改暦をめぐって」と題し、講演しました。明治政府が行った太陰太陽暦から現行の太陽暦への改暦の説明や、現行の定時法への時刻制度の変更の話題など、改暦をとりまく状況を、当時の資料をひもときながら解説しました。

10月12日(金) 2018サイエンスサーカス・ツアー・ジャパン オープニングセレモニー



2018サイエンスサーカス・ツアー・ジャパンのオープニングセレモニーを大阪市役所の正面玄関ホールで開催しました(詳しくはp.20~21参照)。当日は関係者によるテープカットの後、豪日共同でのサイエンスショーやクエスタコンの展示を、近隣の小学校の皆さんにも見てもらいました。

全館休館のお知らせ

大阪市立科学館は現在、プラネタリウムのリニューアル、新展示の製作導入、館内の改修工事のため、全館を休館しております。その間、みなさまにご利用いただくことができず、ご迷惑おかけすることをお詫び申し上げます。
リニューアルオープンは2019年3月30日(土)です。

プラネタリウムのなかでは、
おおきな宇宙への夢が
育っています。

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 西本町インテス

東海事業所 〒442-8558 愛知県豊川市金屋西町1-8

URL : <https://www.konicaminolta.jp/planetarium/>

TEL (03) 5985-1711

TEL (06) 6110-0570

TEL (0533) 89-3570

10月18日(木)
サイエンスガイド研修会



嘉数学芸員より「大阪の科学史料を読む」と題し、大阪の科学に関連する歴史資料についての話があり、その後「銀樹」「吸水性ポリマー」などの実技研修を行いました。最後に映像資料などをいながらブラックホールについての学習を行い、知見を深めました。

10月21日(日) 2018サイエンスサーカス
ツアー・ジャパン 大阪会場 最終日



13日より大阪市立中央図書館で、クエストコンと大阪市立科学館、合わせて30点を展示しました。最終日も多くのお客様で賑わい、オーストラリアのスタッフと大阪の科学デモンストレーターによるサイエンスショーも大盛り上がりでした。その後、ツアーは奈良、名古屋、高知を巡回しました。

大阪市立科学館は全館休館中ですが、公式ホームページやツイッターで随時みなさまに情報をお届けいたします。ぜひ、お楽しみに！

大阪市立科学館
公式ホームページ



大阪市立科学館
広報 Twitter



大阪市立科学館
学芸員 Twitter



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

見上げよう! 未来の星空
— 10万年後にタイムスリップ —

100000年

五藤光学研究所
http://www.gotoh.co.jp/

企画：公益財団法人 大阪科学振興協会 大阪市立科学館

学芸員の研究発表など

口頭発表 「理工系博物館資料の意味 企画展「大阪市立科学館資料で見るノーベル賞展」を通して」

小野 昌弘 (学芸員)

全日本博物館学会第44回研究大会 (2018年6月23日)

当館のような理工系博物館・科学館には、来館者が自然科学の現象を実験・観察できる体験型展示が多く設置されている。それらは子供を中心に人気があるが、実物資料を展示する静展示についても博物館の役割として担保しなければならない。静展示を見てもらう工夫として、一般的になじみ深い「ノーベル賞」と関連させることで、展示見学の敷居を下げることを行った。本発表では、この企画展の内容紹介と、科学館における静展示の取り扱いや意義を考察し、発表した。

ポスター発表 「金環日食限界線プロジェクト2012について」

石坂 千春 (学芸員)

世界天文コミュニケーション会議CAP2018 (2018年3月24-28日)

2012年5月21日、日本列島を縦断するように金環日食が起きた。この機に発足した「金環日食限界線プロジェクトチーム」(代表：明石市立天文科学館・井上毅氏)について報告した。このプロジェクトでは、広く全国の一般の方に日食メガネを使用した“簡単な”観測をしてもらい、日食が「つながったか」(金環食)、「つながらなかったか」(部分食)を専用のホームページから報告してもらった。約15000名の報告を分析したところ、限界線が相馬博士の予測とピッタリ一致した。これは誤差±200kmで太陽半径が決定できたことに相当する成果であった。

大阪市立科学館は、「科学を楽しむ文化の振興」を使命として活動しています

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

※科学館の売店は
2019年3月まで休止



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/>

科学館リニューアル情報

Vol.1

大阪市立科学館は、プラネタリウムの機器更新と新展示の製作導入、館内の改修工事を行うため、2018年12月より全館休館しております。現在リニューアルに向けて、せっせと準備中です。リニューアルオープンは2019年3月30日(土)です。来春、ぜひ、ご期待ください☆

よりリアルな星空を求めて…

今回のリニューアルでは、プラネタリウム投影機が新たに変わります。これまで運用してきた投影機インフィニウムL-OSAKAよりも、さらにリアルな星空になります。星は、より明るくシャープに、色の違いも、よりくっきりと分かるようになる予定です！



新プラネタリウム(イメージ)

新たに生まれかわる宇宙のフロア

今回の改装では、展示場4階の主に宇宙・天文に関する展示が新たに生まれ変わります。太陽系の各惑星の展示や、惑星重さ比べ、星の三次元分布、気象関連の展示などが、より楽しく分かりやすい展示になる予定です。



4階展示場(イメージ)

※科学館のリニューアル業務は学芸員を中心に、職員一同で進めていますが、今回は西野が代表して、この記事執筆いたしました。

西野 藍子(科学館学芸員)

大阪市立科学館 <http://www.sci-museum.jp/>

電話:06-6444-5656(火曜日~土曜日、9:00~17:00)

休館日:全館休館中(~2019年3月29日)

開館時間:全館休館中

所在地:〒530-0005 大阪市北区中之島4-2-1

公益財団法人大阪科学振興協会 <http://www.kagaku-shinko.org/>

電話:06-6444-5656(9:00~17:30)

友の会 行事予定

| 月 | 日 | 曜 | 時間 | 例会・サークル・行事 | 場所 |
|----|----|---|-------------|------------|----------|
| 12 | 15 | 土 | 14:00～16:00 | 友の会例会 | 大阪産業創造館 |
| | | | 19:00集合 | 星楽 | 11月号参照 |
| 1 | 12 | 土 | 11:00～16:30 | りろん物理 | 東成区民センター |
| | 19 | 土 | 14:00～16:00 | 友の会例会 | 中央公会堂 |
| | 20 | 日 | 9:30～11:50 | 天文学習 | 大阪産業創造館 |

開催日・時間は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。平成31年3月までの期間、化学、光のふしぎ、英語の本の読書会、りろん物理(場の理論)、科学実験の各サークルは、お休みです。1月のうちゅう☆彗むちゅうサークルはお休みです。

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。



12月の例会のご案内

友の会の例会では、科学館の学芸員による「今月のお話し」の他、会員からの科学の話題の発表などがあり、会員同士でお話しをしたり、交流を深めるチャンスです。どうぞご参加ください。

■日時: 12月15日(土)14:00～16:00 ■会場: 大阪産業創造館5F 研修室A・B

■今月のお話し: 「エキゾチックな原子核たち」大倉学芸員

原子の中心には、陽子と中性子が集まった原子核があります。そのほとんどは、陽子と中性子の数がほぼ同じで、お月様のように真ん丸な形をしています。ところが、そうではない風変わりな原子核があるのでご紹介します。



友の会例会報告

11月の例会は、17日(土)に、科学館工作室で開催しました。今月のお話しは、江越学芸員による「こよみハンドブック」でした。休憩を挟んだ後、大倉学芸員から「トイレットペーパーの芯をハート形に飛ばそう」という話題で、実演付きでお話しがありました。渡部学芸員からは「小惑星ジュノーについて」というタイトルで、秋田さん(会員No.1454)が撮影された写真の紹介がありました。また飯山学芸員から「ウィルタネン彗星と新彗星」のお話しがありました。参加者は53名でした。



平成30年12月より、科学館が休館いたしますので、友の会の例会やサークル活動の会場が科学館以外の場所に変更になります。

本誌上のご案内を確認の上、ご参加ください。

例会・サークル会場のご案内

中央公会堂

1/19 友の会例会



東成区民センター

1/12 りろん物理



大阪産業創造館

12/15 友の会例会

1/20 天文学習



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

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



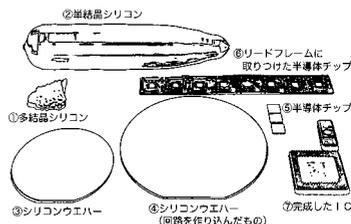
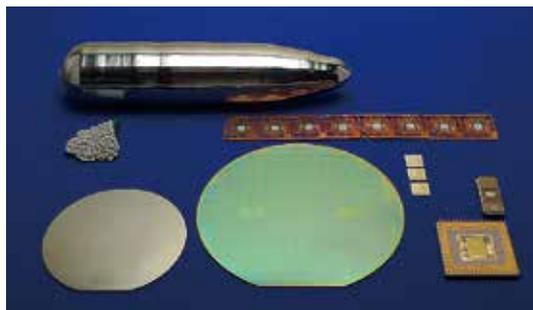
集積回路 製作工程

パソコンや携帯電話などだけでなく、現代の家電製品の多くには、IC（集積回路：Integrated Circuit）という黒いムカデのような電子部品が使われています。ICは、シリコン（珪素）などの半導体でできたチップの上に、非常にたくさんのトランジスタやコンデンサーなどを含む電子回路が作り込まれたものです。

写真はICの製作途中品などの資料です。ひとつの同じ製品の製作途中ではありませんが、こうしていろいろな製作段階のものが並ぶと、ICの製作工程を垣間見ることができます。

①は多結晶シリコンといって、99.999999999%といった非常に高純度に精製されたシリコンの結晶です。しかしまだ小さな結晶が集まった塊で、これを融かしてひとつの大きな結晶にしたものが②の単結晶シリコンです。ひとつの結晶ですので、端から端まで、シリコンの原子が規則正しく並んでいます。この単結晶シリコンは、人参より少し大きい程度ですが、現在では直径約30cm、長さ1mくらいの単結晶シリコンが作られています。単結晶シリコンを薄くスライスしたものが③シリコンウエハーで、厚さは1mmもありません。この表面に多数のトランジスタやコンデンサーなどを含む電子回路を作り込んだものが④で、これを⑤ひとつひとつのチップにカットし、⑥リードフレームという枠に取り付けます。半導体チップの部分を黒い樹脂などで覆い、リードフレームの周囲をカットすると、⑦黒いムカデのようなICが完成します。

なお、ひとつのICの中に作り込まれるトランジスタなどの素子の数が1万個くらいになるとLSI（大規模集積回路：Large Scale IC）、100万個くらいになると超LSIと呼んだりもします。



長谷川 能三(科学館学芸員)