

サイエンスショー「重心って何だろう」実施報告

平岡 久直

(1) はじめに

今回のサイエンスショー「重心って何だろう」では、物体を支えたり運動させたりするときの最も重要な要素である重心に着目した。普段あまり意識せずに利用・体験している現象が、重心の性質によって説明できることを新鮮に感じてもらう。

(2) 実験内容

① 手品(ダンシングロッド)

【実験】

棒の重心より少し上に通した、見えにくい細い糸により、棒が宙に浮かんで動いているように見える手品を行った(写真1)。

【解説】

アルミニウム製で本体両端が少し重くなっている棒(全長845mm, 104g)には、重心から1cmずれた場所に穴があり、そこに非常に細い糸が通してある。この糸を親指にかけて棒を振ると、棒は直立した姿勢のまま上下左右へと移動する。背景や衣装を黒くしておくこの糸は非常に見づらいため、まるで棒が宙に浮いて動いているように見える。ショーのオープニングとして音楽に合わせてこの手品を行い参加者の気持ちをぐっと引き寄せた。後で原理と種明かしをすることを伝えてショーのテーマである重心の説明につなげた。

【反応】

予想通り、大人は過去にTV等で見たであろう、また子どもたちは恐らく初めて見るであろう不思議な現象に、参加者は一気に引き付けられていた。手品の種が知りたいという気持ちからショーに対する期待も高まり、そのあとの重心という言葉の説明などもしっかりと聞こうという雰囲気が感じられ有効なオープニングであった。



写真1 ダンシングロッド

② 様々な棒の重心探し

【実験】

直径が一定で重量分布が均一な棒(木・鉄)、直径が変化して重量分布が不均一なバット、片側の先が重い箒など、5種類程度の棒状のものを用いた。始めに両手を広げ手のひらを立てた状態で両手の親指の付け根で棒を支える。その後ゆっくりと棒を滑らせながら両方の手のひらを近づけると、棒は落ちることなく両手は棒の重心で合わされた(写真2)。



写真2 棒の重心探し

【解説】

スポンジボールやパネルにて重心の性質を解説し、棒を重心で支えると水平に保持できること、また支える位置が重心からずれるとどのようにバランスが崩れるかを見てもらった。その後、子どもの参加者の中から希望者を募り、各人好きな棒を選んでもらい、やり方を説明しながら一緒に各自の選んだ棒の重心を探した。小さい子ではうまく支えられないこともあったがほぼ成功した。重量分布が均一な棒では棒の中央で、一方が重くなっている棒では重心がそちらによっていることを確認してもらった。最後にどうして手を近づけたときに棒が落ちないかを実演しながら解説した。

【反応】

実際に手を近づけても棒が落ちないことにちょっと不思議な様子だった。また、実験に参加することでより楽しめていたようである。このようになるべくショーや実験に参加できるコンテンツを用意することが全体の盛り上げや満足度の向上にとって大事だと感じた。

③ 傘をつるした時の様子（重心が支点の真下に来る様子）

【実験】

傘の柄の部分をもの角に掛け、傘の姿勢がどのようになるかを確認した。その時傘の重心が、傘を机にかけている支点の真下にあることをおもりを付けたひもで確認した（写真3）。

【解説】

まず実験②の要領で傘の重心を確認し、シールを貼った。次に参加者に、傘をテーブルなどの角に掛けたときにどのような姿勢になるか想像してもらい、その後実際に傘を台の角に掛け、少し内側に傾いた状態で静止することを確認してもらった。その後おもりのついたひもを支点からつるし「重心は支えている点の真下に来る。」という性質を確認してもらった。その後、おもりが一つだけのヤジロベエの仕組みを紹介し理解を深めてもらった。

【反応】

中には傘がまっすぐ下に下がると考えた参加者もいたが、ほとんどの方は斜めになることを経験的に知っていた。しかし、その時の支点と重心の位置関係まで知っていた方は非常に少なく、その理由を説明すると何気なく日常で目にする現象と重心の関係に感心していた。



写真3 傘の重心

④ 手品（ダンシングロッド）の種明かし

【実験】

75センチの塩ビパイプの3か所、（端・重心・重心から1センチずらした場所）に貫通穴をあけ、それぞれにひもを通した棒を用いた。ひもの端を持ち、棒をひもでつるした状態で揺らし、穴位置（支点）の違いによる棒の姿勢や動き方の違いを確認してもらい、手品の種明かしを行った（写真4）。



写真4 種明かし

【解説】

棒をその端部でつるした場合、揺らした時に糸がついている上部はあまり動かず下側が振り子のように揺れ、いかにもひもでつるしているように揺れる。棒を重心でつるした場合には棒の支点と重心が重なり、水平になることでバランスをとろうとするため横に向いたり重心を中心に回転したりしてしまう。一方、棒を重心から少しだけずらしてつると、重心は支点の真下に行くため結果的に棒は垂直に立った姿勢となる。揺らした時も重心と支点が近いので棒の姿勢があまり変化せず垂直に立った姿勢で移動する。これを手品に利用していることを説明した。

【反応】

重心の性質を知ってもらった後で手品の解説を行ったので、反応も良くしっかり理解してもらえたように感じた。参加者も、「待ってました」といった感じで興味深く見てくれたようだ。帰宅した後で作ってみようという声も多く聞かれた。

⑤ 2次元図形、不規則な板の重心探し

【実験】

不規則な形状をしたスチロール板を用意し、任意の1点を支点として吊るした。支点から真下におもりのついたひもをたらし、支点からの鉛直方向を確認してスチロール板に線を引く。もう1か所異なる点を支点として同じことを行い、2本の線の交点を見つけた。その後板を取り外し、指の先を交点にあてると、板が水平に支えられることを確認した（写真5）。



写真5 不規則な板の重心

【解説】

これまでの解説で理解してもらった「重心が支点の真下に来る」という性質を応用することで、任意形状の板（すなわち不均一な重量分布の板）の重心を見つけた。最初に、参加者におおよその重心の位置を予想してもらい、その位置で板を水平に支持できるかを試してもらったが、なかなかうまくいかない。この失敗経験の後、上記の方法を用いることで正確に重心が見つけれられることを実演して見せた。

【反応】

先に解説をせずに、参加者に考えてもらいながら少しずつ実演していった。始めは何となく見ていた参加者が最後まで見る前にその方法に気づき、目が輝いたりうなずいたりする反応が、演者から見て取れて面白かった。参加者に「なるほど！」感を感じてもらえた実験のようであった。

⑥ バランストンボ

【実験】

紙で作った全長15センチ程度のバランストンボの紹介とその仕組みを解説した。その後プラダンで作った全長2メートルの巨大バランストンボで、大きくなっても重心の場所は変わらない

いことを確認してもらった（写真6）。

【解説】

前の実験において、複雑な形状をした物であっても、重心位置で平衡に支持し得るということを理解してもらった。これを踏まえて次にバランストンボを紹介した。バランストンボとは、後ろに伸びる細く長い胴体と、前に張り出した羽の先とでバランスを取り、トンボの口先にあたる場所に重心が来るように調整したものである。胴体が後ろに長く伸びているため、外観的に口先に重心があってそこでバランスが取れるようには見えない。実際には口先で平衡に支持できることを見て驚きを感じる方が多い。巨大バランストンボはプラダンを用いて製作した。形状は小さな紙製と同じではあるが、長い胴体の接合部分は溝に通した針金で補強してある。その分胴体が重くなるので、羽の先にも針金を数本入れてバランスを調整してある。

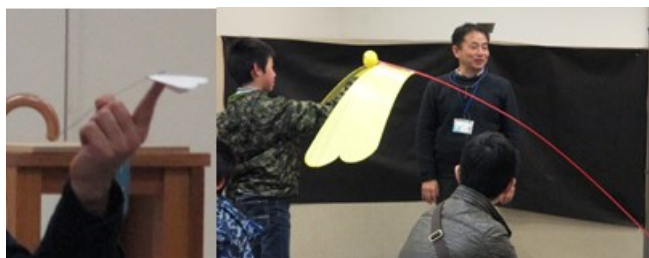


写真6 バランストンボ

【反応】

巨大トンボを見せると、その予想外の大きさに会場が盛り上がっていた。参加者自ら重心位置を支持して巨大トンボを平衡に保持できることを体験してもらったことでこの実験は好評であった。また、ショーの終了後には紙のバランストンボの型紙を希望者に配布してご家庭で作ってもらえるようにしたことも喜んでもらえたようである。

⑦ 「立てる？立てない？」重心を下から支える実験

【実験】

発泡スチロール製ブロックを高さ1.5メートル積み重ね連結させ、両端を斜めに切断した模型を用いた。模型には人の絵が描かれている。模型両端の切断角度については、片側の端は模型重心の水平位置が模型底面(切断面)の水平範囲内に存在するように、もう片側の端は模型重心が模型底面(切断面)の外側に存在するようにしてある。この模型を安定に立てられるかどうかを参加者に試してもらい、その後ひものついたおもりを用いて模型重心の水平位置を調べ、その位置と支点の水平位置の関係が、模型を安定に立てられるか否かに関与していることを説明した（写真7）。



写真7 立てる？立てない？

【解説】

ショーの開始時から、わざと目立つ場所に上記模型を置いて参加者の注意を引いておいた。参加者にこれを立ててくれるよう頼むと多くの参加者は普通に足を下にして立てようとする。しかし、そちら側では安定して立てない。逆に手を下にした逆立ちの状態を立てると成功する。どうしてそうなるのか参加者に考えるように促すと、ほぼ角度が違うからという答えになった。

では、「なぜ角度が違くと結果が違うのか。安定して立てると立てないの角度の境目はどうして決まるのか。」ともう一段深く考えるように促した。その後、まずイラストの中央にある赤い点で水平に支えられることを見せ、そこが重心であることを認識してもらった。次にその重心からおもりのついたひもをたらし、立っているときは重心の真下に支えがあること、重心の真下に支えがなければ重心が下に行くので、どんどん傾いていき倒れることを解説した。

さらにパネルを用いて、実際の人間が足を広げた時、片足になった時、杖をついた時の重心位置の違いを解説した。

【反応】

この実験も引き続き子ども達に参加してもらった。やはりただ見ているだけよりもたくさん参加できる実験があると楽しんでもらえるように感じた。また安定して立てるかどうかの理由が、単に模型底部切断面の切断角度の違いに依存するという事に気付かせるだけで終わらせず、さらに深く考えてもらうことで、普段あまり考えずに見ている身の回りの現象に科学的な理由があることに驚いてもらえた。

⑧ 起き上がりこぼし

【実験】

起き上がりこぼしで参加者に遊んでもらい動きを確認してもらった。その後、模型を用いてなぜ起き上がりこぼしが倒れないかの解説を行った（写真8）。

【解説】

こちらでも、ショーの開始時からわざと模型の耳だけが見える位置に模型を置いておき、参加者の興味を引いておいた。

まずは参加者に楽しく遊んでももらった。前の実験において、傾きが大きくなると重心水平位置が底面の接触域から外れることで模型が倒れることを見せた直後に、今度は傾いても起き上がる起き上がりこぼしを見せると起き上がってくることに對する疑問がはっきりとする。もしもいきなり起き上がりこぼしを見ても何が不思議なのかわからない可能性があり、このタイミングで見せることが非常に効果的であった。続いて模型を用いて、起き上がりこぼしが傾いた時に重心水平位置と底面の支点の水平位置がどのような位置関係になるかを説明し、倒れそうになった方向に支点を動かすことで立ち直ることを理解してもらった。加えて、手のひらに長い棒を立ててバランスをとる遊びも同じ原理であることを説明した。

【反応】

内容が少し難しくなってきたので、小さな子どもが退屈してくるタイミングなので、体を動かして遊んでもらうことで興味をつなぐのにも役立った。内容を理解できる子は関心をもって解説を聞き、不思議な動きの理由が分かってもらえたようである。



写真8 起き上がりこぼし

⑨ 船の復原

【実験】

水槽に木製の船を浮かべ、船も起き上がりこぼしと同じように傾いても元に戻ることを見せた。元に戻ろうとすることを一般に復元と言うが、船舶分野では復原と記す。その復原の説明を重心と浮心の関係で説明した後、船の中に荷物に見立てた木片を入れた場合の様子と、同じ重さの戦艦の艦橋や主砲をかたどったものを船体の上に乗せた場合の様子を見せ、戦艦設計の難しさを伝えた（写真9）。

【解説】

大和ミュージアムらしきも出そうということで、簡単にではあるが船の復原力も起き上がりこぼしと良く似た原理であることを解説した。さらに、中に荷物を載せた場合と違い、船の上部に重たい物があると重心が上側に寄ってしまい、少し傾いただけで重心が浮心よりも外に出て船が傾いてしまうところを見せた。実際の艦船でも搭載する荷物の重さを管理すること、重

いものなどは置く場所もきっちり決まっていることなどを紹介した。

【反応】

内容が難しく初めはショーで行うことも躊躇していたが、実際に行ってみるとこの実験が楽しかったというアンケートが結構あり意外であった。ミュージアムを見学する中で船に対する興味が増していたのと、強そうな戦艦の模型があっさり倒れるのが面白かったのかもしれない。

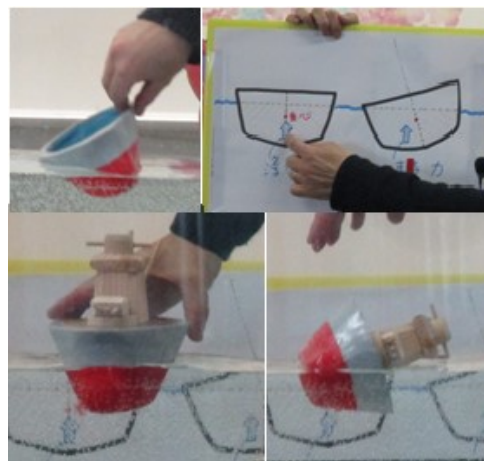


写真9 船の傾きの復原

⑩ バランスボードの仕組み

【実験】

段ボールでできたロボットを紹介し、前や後ろに動く所を見せた。その後、中に左右2輪のバランスボードが入っていることを見せ、実際に乗りながらその動きの仕組みについて解説した（写真10）。

【解説】

この機材も、演出としてショーの冒頭から見える位置に黒い幕をかけ目立つように置いておいた。最新のマシンを紹介すると言って幕を取ると、残念な感じの段ボールで出来たロボットらしきものが現れる。失笑を取ったところでこれが動くことを告げ、スイッチを入れるとゆっくりと前に進む。

このロボットは片手が壊れている風にしてあり、ロボットと会話をする演技を行い、「手をケガしているようだから後ろで見ていてね」と言い、ロボットを少し後ろに傾ける。ロボットの中には傾いた方に動くバランスボードと、その上に小さなやぐらを組み鉄アレイの重りをぶら下げたもの



写真10 バランスボード

が乗っている。後ろに傾けたことで、中のバランスボードも後ろに傾きロボットは後ろに進む。

ここで演者はロボットを無視して話を進めるが、ロボットは後ろに進み壁に当たると中のやぐらに付けたおもりが振り子のように揺れ、その反動で今度は前側に傾く。するとロボットは前に進み始め、始めの位置、演者の横にカタカタと戻ってくる。

ここで、演者は「あれ？参加したいの？でもケガしてるから後ろでね。」と同じことをもう一度繰り返し会場の笑いを取った。しらじらしい演出かとも思ったが、実際演じてみると小さい子も多いためとても喜んでくれた。

その後、段ボールのロボットを外し、中の仕組みを解説。次に実際に演者がバランスボードに乗り、これも起き上がりこぼしと同じように倒れそうになった方向に支点を移すことでバランスを戻していること、それを機械が自動で制御していることを紹介した。最後にショーの締めくくりとして、バランスボードに乗ったままダンシングロッドの手品をもう一度行い、その場でクルクルと何回転もしながらショーを終えた。

【反応】

最後に盛り上がるように演出したこともあり、アンケートでも手品に続く2番目に好評な実験だった。いわゆるミニセグウェイなどと呼ばれるバランスボードであるが、まだまだ珍しく、初めて見る参加者がほとんどであったようで、とても興味を引き付けていた。

(3) おわりに

今回のショーは観覧者の中から実験にたくさん参加してもらえるショーだった。それによって、特に小さい子どもたちが内容の難しい部分でも飽きずに楽しんでくれたと思う。演出面でもまず最初に手品で興味をぐっと引き付け、その種明かしのためには重心を理解してください、という流れで解説に入ったので、興味をもって解説を聞いていただけたのが良かった。

このショーは準備段階から関連コンテンツが多く、その中からコンテンツの数や実験の種類を絞りながら作り上げたが、それでも時間的にタイトなショーとなった。多少駆け足の説明となってしまったことが反省点である。しかし、全体としては参加者を飽きさせることなく最後まで興味を維持することのできたショーになったと思う。

これら今回の良かった点や改善すべき点を考慮して、次回からのショーをさらにより良い物としていきたい。

最後に、何気ない身近なものや現象にもいろいろな科学があることを理解し、科学に興味を持ってくれる子どもたちが一人でも多く育ってくれたら幸いである。

(当館嘱託職員)

サイエンスショー
「重心って何だろう」実施報告書

作成日：平成 30 年 10 月 31 日

1. 実施日時	平成 30 年 3～5 月の日曜日 ①11 時～②14 時 30 分～ 3 月 25 日, 4 月 22 日は午前のみ																													
2. 実施場所	大和ミュージアム 3 階 実験工作室																													
3. 対象者	来館者(自由参加)																													
4. 参加者数	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">計 741 名 (全 24 回)</td> <td style="width: 33%;">1 回平均 約 31 名</td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">3/4 午前 20 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">4/1 午後 40 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">5/6 午前 35 人</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">午後 35 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">4/8 午前 30 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">午後 60 人</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">3/11 午前 20 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">午後 35 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">5/13 午前 35 人</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">午後 35 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">4/15 午前 15 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">午後 35 人</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">3/18 午前 30 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">午後 35 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">5/20 午前 15 人</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">午後 35 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">4/22 午前 11 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">午後 25 人</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">3/25 午前 45 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">4/29 午前 45 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">5/27 午前 20 人</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">4/1 午前 35 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">午後 25 人</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">午後 25 人</td> </tr> </table>			計 741 名 (全 24 回)	1 回平均 約 31 名		3/4 午前 20 人	4/1 午後 40 人	5/6 午前 35 人	午後 35 人	4/8 午前 30 人	午後 60 人	3/11 午前 20 人	午後 35 人	5/13 午前 35 人	午後 35 人	4/15 午前 15 人	午後 35 人	3/18 午前 30 人	午後 35 人	5/20 午前 15 人	午後 35 人	4/22 午前 11 人	午後 25 人	3/25 午前 45 人	4/29 午前 45 人	5/27 午前 20 人	4/1 午前 35 人	午後 25 人	午後 25 人
計 741 名 (全 24 回)	1 回平均 約 31 名																													
3/4 午前 20 人	4/1 午後 40 人	5/6 午前 35 人																												
午後 35 人	4/8 午前 30 人	午後 60 人																												
3/11 午前 20 人	午後 35 人	5/13 午前 35 人																												
午後 35 人	4/15 午前 15 人	午後 35 人																												
3/18 午前 30 人	午後 35 人	5/20 午前 15 人																												
午後 35 人	4/22 午前 11 人	午後 25 人																												
3/25 午前 45 人	4/29 午前 45 人	5/27 午前 20 人																												
4/1 午前 35 人	午後 25 人	午後 25 人																												
5. ねらい	<p>普段はあまり意識したことがないであろう重心に着目することで、今まで当たり前に見えていた現象に意味や決まりがあることに気づいてもらう。また、その性質を用いた不思議な現象や高度な機械を紹介する。</p>																													