

— ランダムウォーク

直線の上を動き回るランダムウォークで遊んでみましょう！

遊びかた

- クリップのような小物をひとつ用意し、はじめは「0」の上に置いてスタートです。
クリップのような小物はランダムウォークする粒です。粒は上下に1マスずつ移動します。
- どちらに行くかはコインを投げて決めます。
表が出たら上に1マス、裏なら下に1マスだけ粒を動かします。
- ②を10回続けます。10回目で粒はどの数字に来ましたか？
- どこに来たか、他の人とくらべてみましょう！
下の2次元コードを読みとり、10回目でたどりつけた数字を入力してください。



問題8. 10回目にいる確率がもっとも高いマスはどの数字のマスだと思いますか？



上のランダムウォークでは、それぞれの場所にたどりつく確率を求めることができます。

問題9. 上のように上か下かへの移動を10回続けるとき、移動のしかたは、全部で何通りでしょうか？

ヒント 各回(上、下)の2通り、それが10回分です。



問題10. 10回の移動で最後にたどりつくのは必ず偶数のマスになります。

最後にたどりつくマスが「6」のとき、その移動のしかたは全部で何通りでしょうか。
移動のしかたが何通りかは、マスにより大きく異なります。
他のマスでも同様に計算してみましょう。問題8の予想は正しかったでしょうか。

ヒント 「6」にたどりつくには、10回の移動のうち、上が8回、下が2回必要です。
下の移動が何回目かは関係ありません。



ノーベル賞受賞100年記念
アインシュタイン展

2021年 7.17(土) ▶ 10.10(日)

Osaka Museum of Natural History
大阪市立自然史博物館

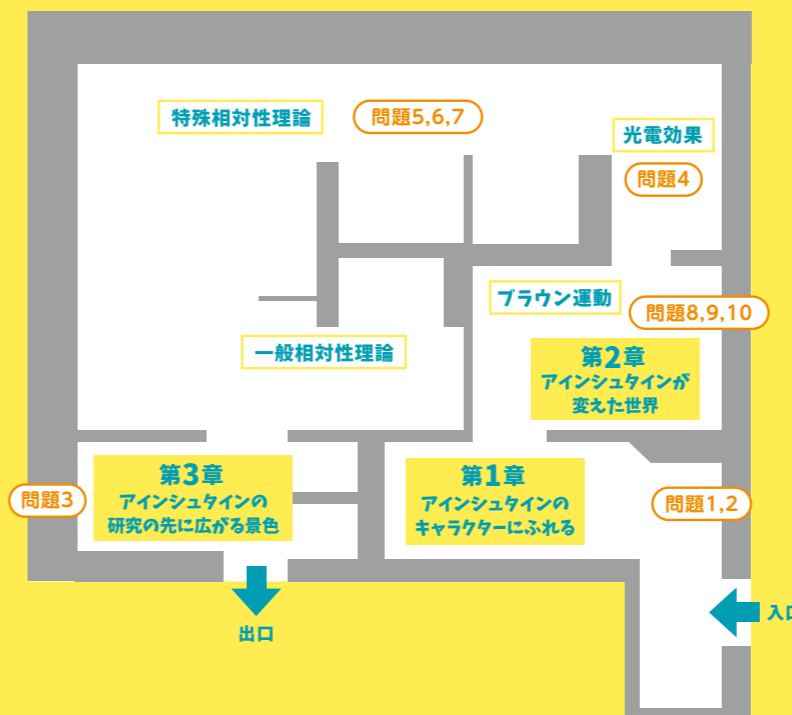
開館時間 9:30~17:00(入場は16:30まで)
休館日 7月19日(月)、26日(月)、8月2日(月)、23日(月)、30日(月)、
9月6日(月)、13日(月)、21日(火)、27日(月)、10月4日(月)
観覧料金 当日券:大人1,500円、高大生800円、小中生500円
◎未就学児、障がい者手帳等をお持ちの方(介護者1名を含む)は無料(要証明)。
◎特別展入場料で、大阪市立自然史博物館常設展(当日限り)と、
大阪市立科学館展示場(2021年8月22日(日)まで)も入場可能。
開催場所 大阪市立自然史博物館 ネイチャーホール (花と緑と自然の情報センター2階)
大阪市東住吉区長居公園 1-23
交通 大阪メトロ御堂筋線「長居」3号出口・東へ約800m、
JR阪和線「長居」東出口・東へ約1km、大阪シティバス「長居東」停留所。
車でお越しの場合は、長居公園内の南駐車場、
地下駐車場をご利用ください(有料)。



公式ホームページ <https://www.ktv.jp/event/einstein/>
※新型コロナウイルス感染拡大状況により
実施内容を変更する場合があります。
ご来場の際は展覧会公式ホームページで
最新情報をご確認ください。



会場図



見学ワークシート

学校名 _____
年 _____ 組 _____
名前 _____

コラム

アインシュタインが
科学に夢中になったきっかけ

20世紀最高の大物理学者とも言われるアインシュタインは、どのように科学の道へ進んでいったのでしょうか。

彼の科学との最初の出会いは、4,5歳のころに訪れました。父に見せられた方位磁石がいつでも同じ方向を



指し示すのを見て、「この世界には目に見えない力が存在する」ということを知り、体がふるえるほど感動したそうです。

次の感動は、12歳のときに彼がもらった「ユークリッド幾何学」についての本です。この分野の理路整然とした体系を知り、衝撃を受けたそうです。このような体験が、アインシュタインをどんと科学にのめりこませていきました。

そんな彼に科学の楽しみを紹介したひとりに、アインシュタインの家に毎週夕食に訪れていた医学生タルムートがいます。アインシュタインより10歳年上の彼は、アインシュタインに科学や哲学のさまざまな本を紹介し、互いに議論を交わして過ごしました。

アインシュタインは、学校にこそなじめなかったものの、学ぶことにはいつも深い興味がありました。12歳ごろには、微分積分など高等数学を自力で学ぶほどになっていたそうです。

大学で物理学を学び、そして卒業したアインシュタインは、大学の研究者にはなれず、高校の臨時教師や家庭教師を経て、特許局の職員として働きながら、空いた時間でコツコツと研究を続けました。そして、それまでの科学の常識をくつがえす、いくつもの理論を生み出したのです。

アインシュタインはどんな物理学者？会場のパネルをヒントにして、考えてみましょう。

第1章 アインシュタインのキャラクターにふれる

問題1. アインシュタインが生まれたとき、日本はどの時代だったでしょうか？

【江戸・明治・大正・昭和】

(それぞれの始まりは、江戸：1603年、明治：1868年、大正：1912年、昭和：1926年です。)

問題2. アインシュタインが亡くなったのは、昭和何年でしょうか？

昭和【 】年

(第二次世界大戦終結の10年後です。)



第3章 アインシュタインの研究の先に広がる景色

問題3. 今年はアインシュタインのノーベル賞受賞から100年です。

いま私たちは、アインシュタインさえも想像しえなかった未来を生きています。

では、さらに100年後の世界は、いったいどうなっているでしょう。

また、どうなっていてほしいですか。考えてみましょう。



第2章 アインシュタインが変えた世界

問題4. それぞれ、正しい語を選ぶか正しい語でうめましょう。

光の正体が解き明かされるまでの歴史

ニュートン(1642-1727)は、光がまっすぐ進む性質、そして反射する性質から、光を【波・粒】だと考えていました。一方、ホイヘンス(1629-1695)は【波・粒】だと考えました。光の干渉、屈折、回折といった現象をうまく説明できるからです。その後、【 】年に【(科学者の名前)】(1831-1879)が電磁気の法則をまとめ、光は電磁波という波であると発表しました。それから24年後には、ヘルツ(1857-1894)によって電磁波の存在が実験的に確かめられました。

ところが、光を波としたのでは説明できない現象が発見されました。金属に振動数の大きい光をあてると電子が飛び出す現象【(現象の名前)】です。

アインシュタインは、この現象を説明するため、「光は波でもあり粒でもある」という画期的な理論を1905年に発表し、ノーベル物理学賞を受賞しました。

特殊相対性理論

特殊相対性理論は次の2つの原理から成り立っています。

①『光速不変の原理』

光の速度は止まっている人にとっても動いている人にとっても、誰にとっても同じ。

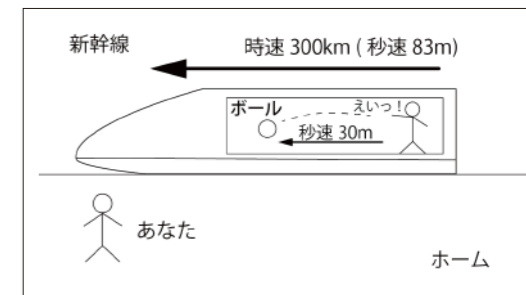
②『相対性原理』

自然の法則は止まっている人にとっても動いている人にとっても、誰にとっても同じように成り立つ。

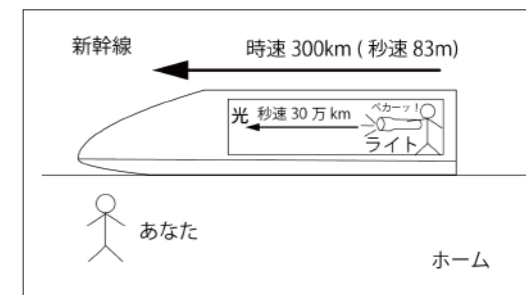
そして、これまでに行われた様々な実験結果から、光は(真空中を)秒速約30万kmの速さで伝わることが分かっています。

では、問題です。

問題5. 時速300km(秒速83m)で走る新幹線の中で、進行方向にボールを秒速30mで投げたとします。駅のホームで止まって見ていた“あなた”にとって、ボールの速さはいくらでしょうか？



問題6. 時速300km(秒速83m)で走る新幹線の中で、進行方向に光が発射されたとします。駅のホームで止まって見ていた“あなた”にとって、光の速さはいくらでしょうか？



特殊相対性理論では、光速不変の原理から、時間や空間は絶対的なものではなく、

止まっている人(静止系)、動いている人(運動系)など、立場によって相対的に変わるのだということが導かれるのです。

具体的には、①「動いている人の時間の進みは遅くなる」

②「動いている人の空間は進行方向に縮む」

では、①に関する問題を考えてみましょう。

問題7. 双子の姉妹のうち、姉は地球からロケットに乗って3年間宇宙を旅して地球に帰ってきました。姉は、つねに光速の80%の速度で動いていたとします(出発・到着時、折り返し地点での加減速などは全く考えないものとする)。その間、妹はずっと地球にいました。姉は妹に言いました。「ただいま。久しぶり、3年ぶりね」。しかし、妹は答えます。「おかえり。いえ、3年ぶりじゃないわ。0年ぶりよ」。姉にとっては3年旅をしてきたと思っていますが、地球にいる妹にとってはもっと時間が経っていたようです。さて、地球にいた妹は何年ぶりと言ったでしょう？以下の計算式を用いて、妹にとっての年数を計算してみましょう。

時間の遅れ：

$$T = \frac{T'}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

T：静止系の時間 (= 妹の年数)

T'：運動系の時間 (= 姉の年数)

v：運動系の速度 (= 姉の速度)

c：光速



補足

この問題は、「ウラシマ効果」とよばれる現象です。姉の速度を変えると、妹と姉の時間の進み方がどのくらい異なるでしょうか。光速の60%、80%、98%など、それぞれ計算してみましょう。