

ノーベル賞受賞 100 年記念「アインシュタイン展」実施報告

上羽 貴大¹, 西野 藍子², 山田 吉孝³, 針谷 亜希子⁴

概 要

物理学者アルバート・アインシュタインがノーベル物理学賞を受賞して 100 年となる 2021 年に、「ノーベル賞受賞 100 年記念 アインシュタイン展」を開催した。本展は大阪、名古屋、福岡の巡回展として企画され、読売新聞大阪本社、大阪市立科学館、名古屋市科学館と福岡市科学館が共同で制作した。大阪では 2021 年 7 月 17 日～10 月 10 日の期間、大阪市立自然史博物館ネイチャーホールにて開催した。本企画展の構想及び製作の詳細とともに、実施内容について報告する。

1. はじめに

2021 年は天才物理学者アルバート・アインシュタインがノーベル物理学賞を受賞して 100 年、そして、2022 年は日本訪問 100 年となることから、周年記念事業として特別展「アインシュタイン展」を企画した(図 1)。

本特別展は読売新聞大阪本社事業部の発案から始まったもので、同社と大阪市立科学館及び名古屋市科学館、福岡市科学館の 3 館が共同で制作し、巡回展とすることとなった。最初の開催館は、名古屋市科学館で、令和 3 年 3 月 20 日～令和 3 年 6 月 6 日の期間で開催された。その後、大阪では開催時期及び企画展スペースの都合により、令和 3 年 7 月 17 日～10 月 10 日の期間、大阪市立自然史博物館ネイチャーホールにて開催した。

本稿では本企画展の構想及び製作の詳細とともに、おもに大阪市立自然史博物館で開催した「アインシュタイン展・大阪」の実施内容について報告する。

1-1. 本展開催の経緯

本展は、読売新聞大阪本社事業本部の発案から企画が始まった。科学者の中で一般からの人気が根強いアインシュタインにとって、2021 年がノーベル賞受賞 100 年、2022 年が日本訪問 100 年であることから、周年記念として特別展「アインシュタイン展」を開催できなかつたという打診が、2018 年の 4 月に雑談レベルとして

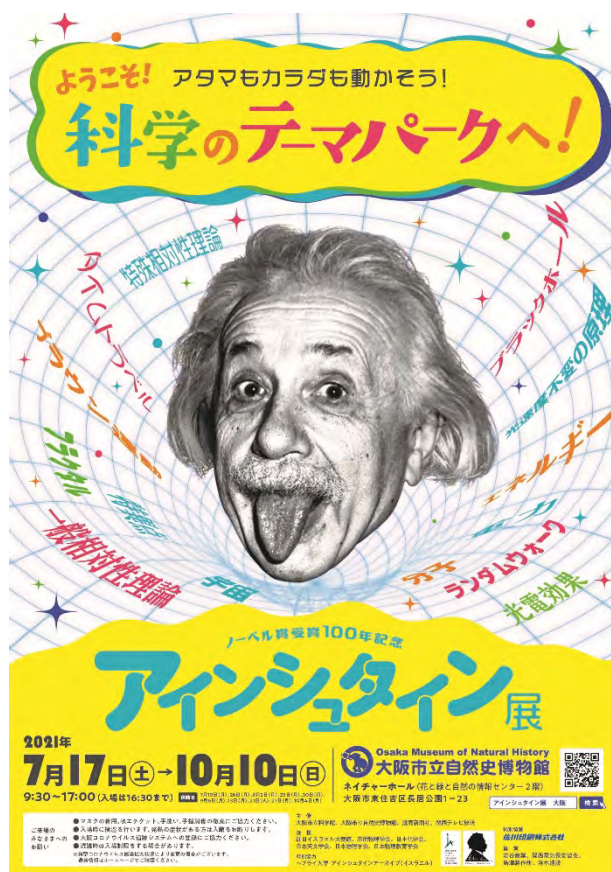


図 1. 「アインシュタイン展」ポスターデザイン
アインシュタインの業績を伝えることに真正面から挑んだ内容であること、しかしメインターゲットである小中学生に難しすぎないように、ということを念頭にデザインされた

¹ 大阪市立科学館学芸員、ueba@sci-museum.jp

² 大阪市立科学館学芸員、nishino@sci-museum.jp

³ 名古屋市科学館学芸員、yamada@nagoya-p.jp

⁴ 元福岡市科学館事業推進グループ

交わされた。話を聞いた名古屋市科学館学芸員の山田吉孝は、特別展とはモノを展示することが基本であるのに、メインとなる展示品がないこと、相対性理論を代表とする理論物理学はそもそもモノが存在しないこと、解説する理論が難しすぎる、なんらかの展示品を作るにしても予算的に無理であろうことなどから、土台無理な計画として、言葉ではそれはいいですねとは言ったものの、自然消滅する計画であろうと考えた。しかし、半年後にも熱意を持って計画を考えていることが示され、同年の12月には、具体的な内容を伴った企画書が読売新聞から提示された。企画書には、展示内容の章立てや、展示構成案が具体的に示され、予算についても具体的な数字は示されていないものの、展示イメージのスケッチからそれ相当の金額をかけることが読み取れた。読売新聞のこの企画にける本気度と熱意を読み取ることができ、これにより実際の計画に向かって動き始めることとなった。

その企画書は、当館および名古屋市科学館、福岡市科学館に対してほぼ同時に提示され、その後、3館と読売新聞により本展を共同制作し、巡回展とすることが決められた。企画の進行管理を読売新聞大阪本社の上白石佳奈が、展示全体の統括を名古屋市科学館学芸員の山田吉孝が行い、後援する各展示について、1章を福岡市科学館の針谷亜希子と小林翔が、2章のブラウン運動及び3章を当館学芸員の上羽貴大が、2章の光電効果を山田吉孝が、2章の特殊相対性理論及び一般相対性理論を当館学芸員の西野藍子が担当して企画を進めていった。展示の製作及び会場施工は、株式会社つむら工芸が行った。

1-2. 本展の構想

アインシュタインは、誰もが知っている偉人でありながら「何がすごいのか」「現代にどのような影響を与えたのか」については明瞭に説明しづらい所があり、そのため容易には共感や憧れへと結びつけにくい存在である。そこで、本展では、アインシュタインの人柄と科学的な業績の両方について展示解説することとした。

本展展示内容の基本方針として、2019年6月の第一回企画会議で当館の齋藤吉彦館長が次の提案をし、これに基づいて企画が進められた。

- ・単に楽しいだけではなく、子どもが自ら分かったという感動を感じてもらうこと。
- ・展覧会を見て、このアインシュタインを超えていくのだ、という勇気を子どもたちに持ってもらうこと。
- ・100%理解をさせるのは現実的ではないので、「自分たちの常識とは違うことが起こる世界がある」ということを感覚的にわかってもらう内容にすること。

1-3. 本展の構成

本展は次の3章から成る。

第1章 アインシュタインのキャラクターにふれる

第2章 アインシュタインが変えた世界

第3章 アインシュタインの研究の先に広がる景色・アインシュタインの平和への祈り

第1章は、アインシュタインの生い立ちや、日本訪問のエピソードなどから彼の人柄について知ってもらうことを目的とした。章の区切りを明確にするために、壁の色を変えることにし、この章はえんじ色の壁紙が用いられた。

第2章は、4つの代表的な研究成果について展示解説を行った。その4つとは、ブラウン運動、光電効果、特殊相対性理論、一般相対性理論である。それぞれを明瞭に区別するために、壁紙の色を変えることにし、順番に緑色、黄色、オレンジ色、青色とした。4つのテーマについて、解説パネルはもちろんのこと、大型体験展示をそれぞれに1つずつ必ず配置した。また、文章パネルだけでは、理解を得にくいので、低学年児童向けに6コマの絵本を、高学年児童から大人向けにマンガを研究内容ごとに制作した。

また、名古屋市科学館で開催された東海テレビ放送による山田吉孝学芸員へのインタビュー動画を連続再生し、展示の遊びかたとその背景にある理論についての理解の助けとした。

第3章は、アインシュタインの研究がその後どのように発展したのか、戦争と核開発とのアインシュタインの関わりと、平和主義者としての活動を紹介した。壁紙の色はクリーム色である。

アインシュタインの残した言葉は、ウィットに富み彼の人柄がよく分かるので、言葉ごとにパネルを作り、会場内のあちこちにその展示に沿った言葉を掲示した。当初はSNS×アインシュタインの名言というTwitter風表現の一つとしてイメージしており、実際に操作できる画面上で名言ツイートが見られる、という展示を想定した。最終的には人柄が垣間見られる一言を45cm角のパネルに納め、関連のある展示にあわせて会場全体にちりばめるといった形となった。5冊の書籍から名言を抜き出し、複数のスタッフで投票をして15個に絞り、各章担当者の意見も踏まえて大まかな配置を決めた。

各章で扱う名言としては、第1章：家族・自分・人付き合い・仕事観・好奇心、第2章：自然・神秘・真理追及・考える・宇宙・世界、第3章：人間の性質・科学の使い方・平和・人生観に関するものとし、アインシュタインの考えを広く感じられるよう構成した。書籍引用に伴う著作権処理は読売新聞の方で対応していただいた。



写真 1. Twitter 風の名言パネル

2 章の光の性質を紹介する展示群の中に「知る喜び。それは自然界からの最大の贈り物です。」がある。右下にはプリズムで「虹の七色」を見せる展示。

会場図面および展示リストは本報告末の付録に示した。

2. 展示内容

2-1. 第1章:アインシュタインのキャラクターにふれる概要

全 3 章で構成されるアインシュタイン展のうち、第1章は「アインシュタインのキャラクターに触れる」ということで、その人物像について紹介する内容になっている。本展示全体の目玉は、第2章のアインシュタインが明らかにした4つの理論について体験型展示を通して学ぶ部分になるが、第1章はそこへむかう準備として、アインシュタインに親しみを持ってもらうこと、観覧者が自分とのつながりを感じられることをねらいとしている。

もちろん、アインシュタインの名前を知らない人はほ

とんどいないが、一方で「天才」「相対性理論」、など特定のイメージで人々にインプットされている人物とも言える。ここでは、アインシュタインのさまざまな側面を紹介することで、その人柄や人物像のイメージを豊かにするとともに、数々の業績の原動力にもなった「知的好奇心」に着目し、観覧者自身の知的好奇心をもかき立てるための工夫を施した。

第1章内の展示エリアは以下の要素(コーナー)で構成されている。

- ① 「アインシュタインってこんな人」:
Facebook 風の人物紹介パネルとノーベル賞関連資料
 - ② 「アインシュタインと考えよう」:
見えない力を感じられる科学おもちゃの体験展示
 - ③ 「アインシュタインの仕事場」:
晩年の仕事場展示とアインシュタインの仕事観
 - ④ 「アインシュタインと日本」:
実物資料から見る日本との関わり
- 以下に、各コーナーと展示内容を紹介する。

展示詳細

①「アインシュタインってこんな人」

・Facebook 風の人物紹介パネル

アインシュタインの幼少期から主に青年期までを Facebook 風のパネル 9 枚で表現した。晩年に関しては第3章で扱うこととした。よくある年表や文章主体の人物紹介では、よほど興味がないと読んでもらえないだろうと、当時の館内チームのプレストで、「SNS 風の表現でアインシュタインらしさを作り出せないか」とのアイデアが出たことが始まりとなった。LINE 風など短文での会話の表現も検討したが、往復のやりとりが残って



写真 2. 会場入口正面パネルと第1章会場の様子

いるものが少なく、それらを短いテキストにすることの難しさから、撮影年代が比較的はっきりしている写真資料(ヘブライ大学)と当時のエピソードを組み合わせる形で、アインシュタイン本人が記事を投稿しているような文体とした。

電池残量表示が年齢に合わせて減っていく、時刻表示がエピソードにちなんだ語呂合わせになっている(二人目の妻エルザと写る写真では11:22=いい夫婦、バイオリンを演奏する写真では10:01=国際音楽の日)など、気づくとより面白くなる工夫もした。



(上)写真3. Facebook 風の人物紹介パネル

(下)写真4. 第1章導入付近の様子

・光電効果の論文とノーベル賞賞状(複製)

アインシュタインを語る上でノーベル賞受賞は外せないが、その業績が光電効果の論文に対してのものであることは意外と知られていない。ここでは光電効果の論文(スペースの都合上1ページ目のみ、複製)と、光電効果の解明によってノーベル委員会―スウェーデン王立科学アカデミー―から送られた賞状(複製)を展示した。本展がノーベル賞受賞100年記念で企画されたものであることから、ノーベル賞創設の経緯やアインシュタインの受賞理由が光電効果となった理由にも触れた。受賞の知らせを受けたのが日本へ向かう船上であったことから、「アインシュタインと日本」の中で紹介し

た。

なお、メダル(複製)の借用も検討していたが、コロナ禍の影響でヘブライ大学との調整が難航したため断念した。



写真5. 光電効果の論文とノーベル賞賞状

②「アインシュタインと考えよう」

パネル(読み物)と資料展示が中心となる第1章のなかで、もっとも科学館らしいコーナーとなっている。

アインシュタインの有名な幼少期のエピソードとしてコンパス(方位磁針)との出会いがある。コンパスをどの方向に向けても針が一定の方向を向くのを見て、幼いアインシュタインは「目に見えない不思議な力」があることに驚き、「その理由を知りたい」と持ち前の知的好奇心を発揮する。この知的好奇心と探求し続ける姿勢が、後に多くの業績につながった。

ここでは科学おもちゃを中心とした体験型展示で、アインシュタインの「見えない力への好奇心」を知り、「なぜ?と思うこと」「考えることを楽しむこと」を実体験・追体験できることをねらいとして科学おもちゃを選定し、できるだけ広いスペースを使えるように構成した。



写真6. 「アインシュタインと考えよう」の様子

すべて体験型展示＋解説パネルのセットになっているが、解説を読んで理解することよりも、目の前の見えない力で動くものに、興味を持って体験したり、「すごい！」「なんで？」と親子や友人と対話したりするきっかけになることを重視した。実際に大人の来館者でも「これどうなってるの？」と話し合ったり、知恵の輪を扱ったりする様子が見受けられた。

・方位磁針

このコーナーの核になるアイテムである一方、現代では子どもでも多くの科学情報に触れているため、方位磁針の存在そのものや原理を“不思議に思う”という感覚にさせるのは難しいと考えた。またアインシュタインは方位磁針そのものの動きに感銘を受けたが、それをそのまま再現するのも難しい(ものを持ってうろうろできない)。そこで、原理の存在は知った上で、それを別の角度の問いとして立て、その場で実験して答えを出せる展示を検討した。

問いは「地球が大きな磁石だとして、北側は何極になっているか?」。それを、磁石と方位磁針の関係を踏まえて考える、というものである。展示台では地球のイラスト(アルニコ棒磁石を北側が S 極になるように裏面に仕込んである)の周りに自由に動かせる方位磁針を複数配置した。展示台上にはむき出しのアルニコ棒磁石も固定してあり、その磁石と方位磁針を使って、「磁石の S 極に方位磁針の N 極が引きつけられる」ことが確認できる。そのことから、イラストの地球の北側が S / N 極のどちらかを考える、という展示である。パネルは展示台表面に問い、裏面に解説を配置しており、解説を読む前に考える時間が持ちやすいように意図した。



写真 7. 方位磁針

・水飲み鳥

アインシュタインも驚いたとされる、日本にゆかりがある科学おもちゃとして水飲み鳥を展示した。触られないように壁埋め込み型の展示とした。仕掛けがないことが一目瞭然となるように、透明なアクリル台上に設置し、動く様子を観察できるようにした。動き続けるためには常に水分が蒸発する環境を維持する必要があることが

ら、壁に埋め込まれた展示の天井面は換気口があり、ここからメンテナンスを行った。

・ラジオメーター

壁埋め込み型の展示スペースに、ガラス製のシンプルなものを透明なアクリル台上に設置した。二つのラジオメーターの間にスイッチ操作(1 回押すと 10 秒点灯して自動で消える)できる白熱電球をおき、来館者がスイッチを押して電球が光るとラジオメーターが回り、消えると減速してやがて止まる。光源との距離、点灯時間などを調整し、光源を直視しないようについたてを設置するなどした。ラジオメーターの原理は熱と分子運動の関係がカギとなることから、解説パネルでは第 2 章のブラウン運動と関連があることに触れた。

・プラズマボール

市販の直径 10cm ほどのプラズマボールを 3 つ展示台に固定設置し、来館者が自由に触れるようにした。体験型展示の近くにはアルコール消毒液を設置した。

・偏光板トンネル

今回の巡回展のために作成した展示である。偏光板の仕組みや光の性質は 2 章で詳しく扱うことから、ここではその伏線として「ボールや手を通り抜ける不思議な黒い壁」を体験してもらう場とした。大人も手が入られるサイズの筒を使うこと、さまざまな角度から見ることができ、筒の入り口から見ると壁はなく、角度を変えると黒い壁が見えるように配置した。



写真 8. 偏光板

・知恵の輪

アインシュタインが実際に親しんだおもちゃとして「アンカー石積み木」「チャイニーズリング」をパネルで紹介し、生涯を通じて知恵の輪を愛好していたということから、金属製の知恵の輪を用意し、来館者に体験してもらえるようにした。はずす・つける双方を楽しめるように案内しており、運用負荷がなるべくかからないようにした。

③「アインシュタインの仕事場」

・アインシュタインの仕事場(フотスポット)

ここでは、アインシュタインの死後に撮影された写真を元に、晩年に勤めたプリンストン高等研究所の仕事場の一角を展示として作製した。「再現」としていないのは写真資料から机に散乱した書類の内容までを正確に作り込むことが困難と判断したためである。背後に数式が書かれた黒板があり、机にある椅子に座って写真撮影ができるフотスポットになっており、アインシュタイン気分を味わえるようになっている。またパネルではアインシュタインの仕事観が分かる名言を紹介した。



写真9. 仕事部屋の様子

④「アインシュタインと日本」

ここでは、アインシュタインと日本の関わりを、来日するきっかけから滞在中の様子、日本の人々がどのようにアインシュタインを迎えたのか、そしてアインシュタインはそんな日本や日本人をどのように見ていたのかを、

実物資料・当時の新聞記事、解説パネルで紹介した。

慶應義塾大学図書館からお借りした実物資料は、資料保護の観点からそれぞれひと月しか展示できないため、名古屋・大阪・福岡の各会場での資料を展示し、会期が長い場合はどれを入れ替えるかを検討し、それに合わせて齟齬がないパネルを検討した。名古屋・福岡では日本に向かう船上で撮影されたアインシュタインの写真、船上で体調不良となったアインシュタインを助けその後も親交を深めた三宅速との書簡、日本滞在の感想を書いた草稿などを展示した。

・「私の日本旅行雑感」全文(斎藤太郎訳 慶應義塾大学三田評論)

実物資料と関連があり、開催館すべてでパネル展示したものに、アインシュタインが日本から帰国後「雑誌『改造』1923年1月号」に寄稿した「私の日本旅行雑感」の全文がある。アインシュタインの目から見た大正末期(100年前)の日本および日本人の様子をうかがい知ることができる。この中でアインシュタインは、西洋と比較して見えてくる日本人の特質を、「日本人に忘れないでほしいのだ」と記している。彼らに接したアインシュタインの鋭い観察眼と日本への好意が感じられるもので、要約と全文を展示した。

大阪開催では実物資料は最小限にし、「雑誌『改造』1923年1月号」や「アインシュタインが三宅速に宛てた自筆の新年挨拶の書簡」など計5点を展示した。アインシュタインは名古屋・大阪・福岡にそれぞれ滞在しているため、開催地によってその地域にゆかりのある資料を展示した(詳細は展示リスト参照)。



写真10. 第1章会場の様子

2-2. 第2章:アインシュタインが変えた世界

2-2-1. ブラウン運動 ふしぎな動きは分子のしわざ

概要 アインシュタインは、顕微鏡でも観測できない分子の実在性についての議論に決定打を与えた。1827年にイギリスの植物学者ロバート・ブラウンが発見した、マイクロメートル程度の微粒子が流体中で不規則に運動しつづける現象「ブラウン運動」の観察により、分子の数を特徴づける量である「アボガドロ定数」を見積もる方法を提案したのである。アインシュタインが与えたこの手法に基づき、フランスの化学者ジャン・ペランらの研究グループが精密な実験を重ね、アボガドロ定数を求められたことにより、分子の実在は決定的とみなされるようになった。

マンガでは、古代ギリシャに端を発した原子論と 19 世紀末の科学界における分子論をめぐる論争について、そしてブラウン運動の起源についての謎が、アインシュタインの着想により結びつけられ、解決したことを示した。

絵本は、ブラウンの当初の発見にならい、破裂した花粉から飛び出た微粒子が、水中で引き起こすブラウン運動について、それが目に見えない分子の衝突によること、そしてそのような分子の存在を明らかにしたのがアインシュタインであること、そして分子という存在が物質の構成要素であることを紹介した。



図2. ブラウン運動のマンガ



図3. えほん「ぶらうんうんどう」

ブラウン運動の展示は次で構成される。

- ① 大型体験展示：光のランダムウォーク
- ② 押せ！押せ！ブラウン運動
- ③ ブラウン運動実験映像
- ④ さまざまなフラクタル

展示詳細

① 大型体験展示：光のランダムウォーク

ブラウン運動は、流体を構成する膨大な数の分子の、熱運動による絶え間ない衝突で引き起こされるため、微粒子の次の瞬間の運動が、過去の運動に依存せずランダムに決定される。すなわち、その運動はランダムウォークで表現される。その特徴を伝えるものとして、この大型体験展示を製作した。

プレイヤーは微粒子となり、5x5 のマスの上をランダムウォークで動き回る。プレイヤーはタテヨコナメの次の一歩が、ルーレットで決定される。スタートのマスから15歩以内で、ゴールのマスに到達できるかを体験するゲームである。盤面は2面用意し、同時に2人が遊べるようにしている。

スタートのマス(座標(1,1))がゆっくりと点滅しており、来場者をこのマスの上に誘導する。参加者がマスの上に立つと、2つのマス(4,0)および(0,4)のマスが点灯し、この2マスがゴールを示す。その後、プレイヤーのマスを中心としたタテヨコナメの8マスが、順に高速で回転するように点滅しはじめ、減速して、次の行き先が点滅で示される。そのマスに移動すると、ふたたびルーレットが回る。これを15回繰り返し、ゴールのいずれかに到達すると、すべてのマスが豪華に点灯する嬉しい演出となる。ゴールに到達できなかったときは、ややさみしい効果音が流れる。到達のいかんにかかわらず、ゲーム終了時には、スタートから最終到達地点までの軌跡が順に点灯していき、自身のランダムな軌跡を再確認できる。

スタートとゴールの座標は、全プレイヤーの3割ほどがゴールできる確率になるように選んだ。このゲームの成功率は約33%である。

ブラウン運動の特徴はそのランダムさであり、プレイヤー自身は次の行き先を決めることができない。次の一歩を決めるルーレットは、プレイヤーが操作したように感じてもらいたかったため、その場でジャンプしてルーレットを止める、などの仕様を検討したが、プレイ時間の増加と装置への負荷の増加の懸念があり、ルーレットが止まるタイミングもコンピュータ制御となった。プレイヤーの操作は、ただマスを指示された順に進むだけなのだが、実際にプレイすると、光と効果音で、次はどこに進むんだろう、というワクワクが感じられる。

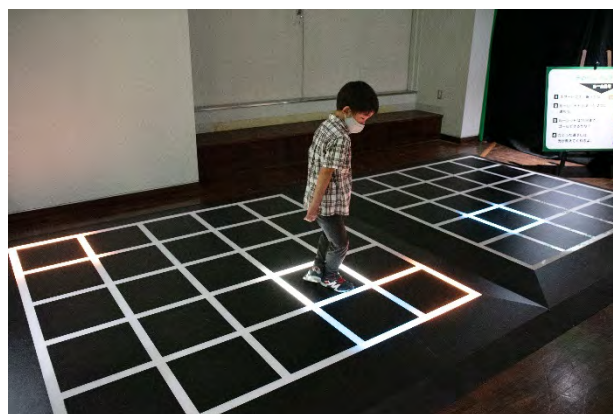


写真11. 光のランダムウォーク

大型体験展示の初期の案は、複数人のプレイヤーがテーブルを囲み、その天板にプロジェクターなどで映し出されたブラウン運動する微粒子を、何らかのルールで動かして遊ぶホッケーのようなゲームであった。そして、来場者がランダムウォークを体験する展示は、サブ展示として検討していた。自分でさいころを転がして次の一歩の方向を決め、小さなコマを進めていく、というものだった。このアイデアをそのまま大型にし、しかも動きに合わせてマスが光るようにすれば華やかになると考え、これを大型化する案に変更した。一方の初期案は②押せ！押せ！ブラウン運動に引継がれた。

② 押せ！押せ！ブラウン運動

テーブルの天板の中に、流体の分子を模したたくさん的小球と、ブラウン運動する微粒子を模したプラスチック製の輪が転がっている。天板内部の4辺にはバンパーが設置されており、テーブル側面のボタンを押すと、対応するバンパーがソレノイドにより瞬間的に小球を押し出す。その小球が輪に四方から衝突することで、輪がブラウン運動する様子を観察する展示である。4方向から絶え間なく小球が当たれば、ブラウン運動のような挙動を示す。

微粒子のブラウン運動が目に見えない分子の絶え間ない衝突によることを示す模型としては、コンピュータによる描画ではないほうがよいと考え、小球の衝突によるアナログの模型とした。

単位時間当たりに多くの来館者が同時に楽しめるような体験展示にする必要があり、4プレイヤーが同時体験できるよう大型化されたが、それによりいくつかの不都合が生じた。バンパーも大きくなったことで、動作のたびにけたたましいノイズが発生し、その割に小球を押し出す力が弱く、小球の押し出す勢いも弱くなってしまった。輪のブラウン運動をはっきりと見せるためには、ある程度の小球速度が必要である。そのため、小球の量を減らすことで対応した。

また、小球がまんべんなく散らばるためには盤面の水平が重要であったが、大型化により調整が難しくなった。そのため、バンパーの動作ボタンがしばらく押されなかったときには、自動で動作させ、小球が各辺にいきわたる様に工夫した。

企画段階では背景を 4 色に塗り分け、プレイヤーが陣地から微粒子を追い出す、などのゲーム性を持たせることも検討したが、プレイヤーが 4 人揃わなければいけないなくなるため、単に動きを観察するものとした。背景を黒一色にしたことで、輪の動きも見やすくなった。4 辺に設置された照明が小球に当たる美しさも際立つようになった。



写真12. 押せ！押せ！ブラウン運動

③ ブラウン運動実験映像

ブラウン運動という現象自体は一般に広く知られたものでないため、その奇妙さ、面白さを実際の映像で知ってもらうため、実験の様子をビデオで流した。当初は顕微鏡の実物を設置し、来場者自身に覗いてもらい、様子を観察してもらう、あるいはモニターにリアルタイムで映し出す案などを検討した。ブラウン運動は顕微鏡で観察するスケールの話であることを伝えたかったためである。しかし、メンテナンスの負担が大きくなることから、あらかじめ録画した実験の様子を映像で紹介することに落ち着いた。

映像の内容は、酸化チタン粉末を水に入れて作成した懸濁液をプレパラートに取り、光学顕微鏡で観察する様子、酸化チタン微粒子のブラウン運動の顕微鏡映像である。約 2.5 分で繰り返すブラウン運動の観察実験の様子を、モニターで連続再生した。



写真13. リヒテンベルク図形様焦げ模様とデンドライト標本

④ さまざまなフラクタル

ブラウン運動の軌跡はフラクタルの特徴をもつ。すなわち、その軌跡をどれだけ拡大しても複雑で不規則な軌跡が現れる。そして、ランダムウォークが自然においてフラクタルの特徴を持つことから、さまざまなフラクタルを紹介した。

・コンピュータによるフラクタル図形

有名なマンデルブロ集合など、コンピュータによる代表的なフラクタル図形の描画を壁面に掲示した。

・自然の中のフラクタル

自然の中にみられるフラクタルの特徴をもつもの、雷、リアス式海岸、積雲、ロマネスコ、雪の結晶の写真を掲示したほか、デンドライト標本と、リヒテンベルク図形様の模様を描く、通電による焦げを展示した。デンドライトは、岩石が固まる際、液中をブラウン運動する粒子が核に吸着し成長することで、枝状構造が現れることが知られている。

・フラクタル日よけ

フラクタル日よけとは、京都大学大学院人間・環境学研究科酒井敏教授により提案された、シェルピンスキーの三角形を模した構造をもつ、立体的な日よけである。そのフラクタル構造が日差しを適度に遮ると同時に、風も適度に通すため、ヒートアイランドの対策としてその効果が期待されている。

ここでは床に灰色のマットを敷き、日よけの陰のフラクタル模様を観覧者に気付いてもらえるように工夫した。

2-2-2. 光電効果 光は波か？それとも粒か？

概要 アインシュタインの光電効果の研究は、光の波動説と粒子説の論争に終止符を打ち、量子論の重要な先駆けとなったものである。このコーナーでは、光電効果の現象を、大型体験展示と光電効果の実験装置で理解してもらうことを最初の目的とした。そして次に、光電効果の謎をアインシュタインが解き明かしたことにより、光には波と粒の2面性が見いだされことを知ってもらい、それが研究や身の回りで役立っていることを知ってもらうことを目的とした。

展示冒頭のマンガでは、光の波動説と粒子説について、ホイヘンスやニュートンの時代から論争があったことを紹介し、その後マクスウェルの方程式で波動説が決定的になり、しかし波動説では説明のつかない現象「光電効果」が見つかったことを伝え、その矛盾をアインシュタインが粒子説で解決したことを紹介している。

絵本では、光電効果の紹介と、光には波の性質と粒の性質があることを伝えている。

光の波動性と粒子性の論争から、アインシュタインによる光電効果の解明までをマンガにしている。



図4. 光電効果のマンガ

光電効果の展示は次のものから成る

- ① 大型体験展示 光の粒で電子を飛ばそう！
- ② 光の波動性と粒子性を示す体験型展示
- ③ 色が変わる服～PRISM～
- ④ レントゲン撮影装置「ニューオーロラ号」



図5. えほん「こうでんこうか」

⑤ スーパーカミオカンデの光電子増倍管

展示詳細

① 大型体験展示 光の粒で電子を飛ばそう！

光電効果をゲームで体験できる展示である。最初の企画書では、ボールをマトに投げ当てる遊びが提案されていた。光電効果は、金属に光が当たると電子が飛び出す現象であることから、ボールを投げるとは、光を当てるという意味で企画されたことは、明らかであった。ボールをマトに当てるだけというシンプルなものから、ゲーム性を高め、光電効果を学べる展示にしていくことが展示を作る上での課題であった。

いくつかのアイデアが出される中で、次のように仕様が決まった。ボールは赤・緑・青の3種類を用いることで、光の波長（色）と関連づける。スクリーン内のマトにボールが当たると、マトから「でんしくん」がジャンプして飛び出すようにする。そして、上部を飛びかう宇宙船に乗り込むことができれば得点を得られることにした。また、ジャンプしてボーナススターにヒットすることができれば高得点、UFO にキャッチされたら減点とした。でんしくんがジャンプできる高さは、ボールの色によって異なり、青色が最も高く飛び上がることができ、赤色はあまり高くジャンプできない。これは光電効果で光の波長（色）によって飛び出す電子のエネルギーが異なることを表現している。制限時間内にどれだけ得点を得られるかを競うゲームで、3～4人までが同時に体験できる。ただし、複数名が参加した場合でも個別の得点ではなく、全員の合計得点が表示される。ゲームの始まりには、ゲームのルールを説明し、終了後にはゲームと光電効果の関連について解説がなされる。

参加者は、自分でボールを投げてマト当てを楽しみながら、ボールの色によって飛び出す高さが違うことを知り、光電効果の現象を学び、そのメカニズムをアインシュタインが解明したことを知ってもらうことを目的とし



写真14. 大型体験展示 光の粒で電子を飛ばそう！
ボールを白い円のマトに投げ当てると、でんしくんが飛び出す。

た。ボールのマト当てというシンプルなゲームなので、誰でも簡単に参加することができ、人気の展示となった。

② 光の波動性と粒子性を示す体験型展示

光は、波と粒の両方の性質を合わせ持つので、簡単な実験装置でそれぞれの性質を紹介した。波の性質を表す実験として、次の4つを展示し体験してもらった。

・屈折の実験

スモークガラスに赤色レーザー光をあて、ガラスへの入射、出射時に光の道筋が折れ曲がるのを見てもらうことで、波の性質で光が屈折することを知ってもらう。

・回折の実験

机上に光源と回折格子シートを置き、シートにより光源の光が分光することを観察してもらい、波の性質で光が回折することを知ってもらう。

・偏光の実験

偏光板で光の明るさの強弱が起きることや、間にはさんだセロハンテープの色が変化することを観察してもらい、波の性質で光が偏光することを知ってもらう。

・複屈折

方解石をとおして文字や図柄を見てもらい、文字などが二重に見える複屈折の現象を知ってもらい、波の性質で光が複屈折することを知ってもらう。



写真15. 光の波動性を示す体験型展示

粒の性質を表す実験として、光電効果の実験を体験してもらった。マグネシウムの板を乗せた箔検電器を帯電させて箔を開かせた後、可視光を当てても箔は閉じないが、紫外線を当てると箔が閉じることを観察してもらい、光電効果によって生じる現象を知ってもらった。

③ 色が変わる服～PRISM～

アパレルブランドである ANREALAGE (アンリアルエイジ) の衣装作品＜PRISM＞の展示を行った。衣装には、光の反射の角度に伴い色彩が変化する再帰性反射機能をもった分光素材が使用されていて、一見真っ白



写真16. 光電効果の実験装置

箔検電器を帯電させ、可視光では箔は閉じないが、紫外線で箔が閉じることを観察してもらう。

に見える花のコサージュは、光を当てると色鮮やかに変化する。再帰性反射とは、光が光源方向のみに反射するので、光源付近に自身の目がないと色を感じることではない。そのため、目の近くにライトを持って光を当てると、その人には色が見えるが、他の人には白色にしか見えないという大変興味深いものである。スマートフォンでフラッシュ撮影すると、真っ白な衣装が色鮮やかな写真となるので、見学者は大変驚いていた。

また、プリズムの分光現象を体感してもらうために、理科室の実験器具のプリズムで分光された光を直接目で見てもらい、角度によって光の色が変化すること体験してもらった。

この展示は、名古屋市科学館、大阪市立科学館で行った。



写真17. 色が変わる服～PRISM～

左の白い衣装をフラッシュ撮影すると、右の色鮮やかな衣装になって撮影される。

④ レントゲン撮影装置「ニューオーロラ号」

島津製作所が大正時代に販売したレントゲン撮影装置「ニューオーロラ号」を展示した。光電効果は光を金属に当てると電子が飛び出すが、その反対の作用と

して、電子を金属にあてると光(X線)が飛び出す現象の紹介をした。発見されたばかりのX線が医療という実用に用いられたことも伝えた。

この展示は、名古屋市科学館、大阪市立科学館で行った。

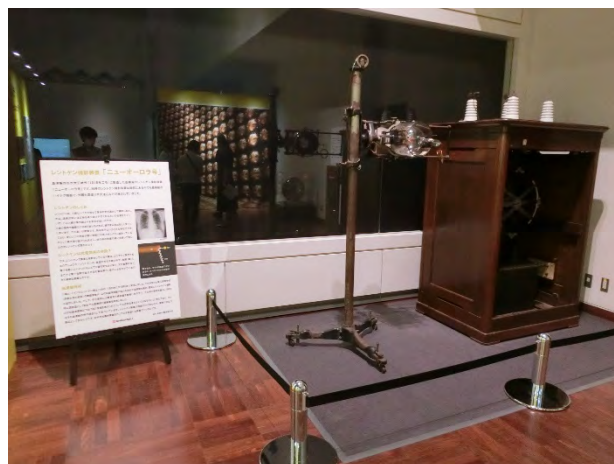


写真18. レントゲン撮影装置「ニューオーロラ号」

⑤ スーパーカミオカンデの光電子増倍管

光電効果を応用した代表例として、岐阜県飛騨市神岡町のスーパーカミオカンデで使用されている20インチ光電子増倍管と同等のものを浜松ホトニクス株式会社から借用し展示した。光電子増倍管は、微弱な光を光電効果で電子に変え、その電子を増幅することで光の測定を行う装置である。この20インチ光電子増倍管により、ニュートリノの観測を行うことができ、2度のノーベル賞受賞が導かれた。

また、光電子増倍管が並べられたスーパーカミオカンデの内部写真を壁面に設置し、記念写真コーナーとした。

光電子増倍管の実物展示は、名古屋市科学館、大阪市立科学館で行い、福岡市科学館では写真パネルで紹介した。

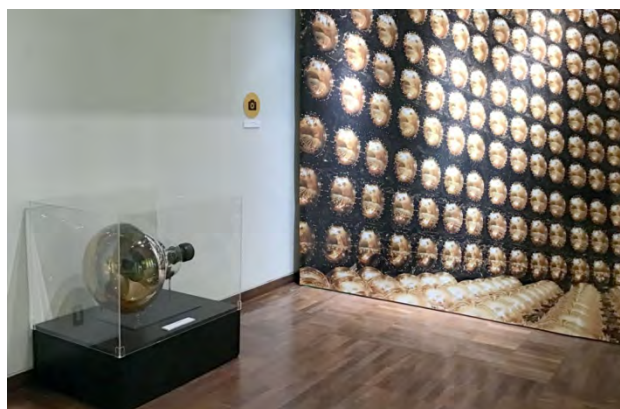


写真19. 光電子増倍管

光電子増倍管と、それが設置されているスーパーカミオカンデの写真を展示。



写真20, 21. 第2章「ブラウン運動」会場の様子



写真22, 23. 第2章「光電効果」会場の様子



2-2-3. 特殊相対性理論 伸び縮みする時間と空間

概要 古代より、光の速さは無限であると考えられてきた。しかし近代の科学者たちによる様々な実験により、光の速さは有限であることが確かめられ、光速度の測定が行われてきた。やがて19世紀の終わり頃、真空中での光速度は、光を放出した物体や観測者に依存せず、常に一定の値になることが、マイケルソン・モーリーの実験により証明された。光速度が変わらないとすると、理論から時間や空間が変わるということになる。アインシュタインはこの結論を素直に受け入れ、「光速度不変の原理」をもとにニュートン力学を修正し、特殊相対性理論を完成させたのである。

このコーナーでは、特殊相対性理論が導き出す時間と空間が伸び縮みする不思議な世界を、大型体験展示やシミュレーション映像などで体験してもらうことを最初の目的とした。そして、解説パネルやスライドなどで特殊相対性理論の効果がどのようなものかを伝え、ふだん馴染みのない特殊相対性理論の世界を、少しでも知ってもらうことを目的とした。

展示冒頭のマンガでは、アインシュタインが「光速度不変の原理」にたどり着くまでの経緯と、それが特殊相対性理論につながっていくことを紹介した。



図6. 特殊相対性理論のマンガ

アインシュタイン 16歳の時の疑問から、「光速度不変の原理」にたどり着いたことが、特殊相対性理論への道となったことを紹介。



図7. えほん「とくしゅそうたいせいりろん」

なお絵本では、特殊相対性理論によって起こる、双子の姉妹の時間の流れ方の違いを紹介した。

特殊相対性理論の展示は、次のものから成る。

- ① 大型体験展示：「光速サイクリング ～キミは爆弾を解除できるか？～」
- ② 映像：「光速のふしぎな世界」
- ③ 映像：「キャプテン アインシュタイン」
- ④ 体験展示：「老け顔体験」
- ⑤ 実物資料：「金鉱石」

その他、解説パネル、マンガ、絵本などで構成している。展示の詳細を以下①～⑤に示す。

展示詳細

① 大型体験展示：「光速サイクリング～キミは爆弾を解除できるか？～」

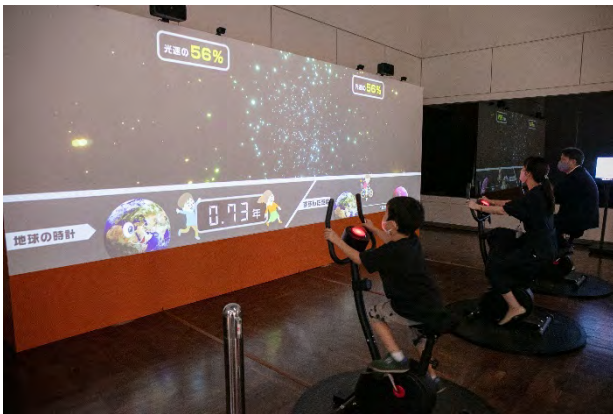


写真24. 「光速サイクリング ～キミは爆弾を解除できるか？～」

この体験展示は、特殊相対性理論から導かれる世界を体験するものである。光の速さでも2年かかる惑星まで自転車に乗って向かってもらう。しかし自転車には1年で爆発する時限爆弾が積まれている(と仮定する)。なお、この自転車は限りなく光の速さに近いスピードまで速くこぐことができる(と仮定する)。果たして無事、目的の惑星までたどり着けるか？というものである。普通に考えると、1年で爆発するのだから、光の速さで2年かかる惑星までたどり着けるはずはない。しかし特殊相対性理論の効果は、動くスピードが光の速さに近づけば近づくほど、顕著に表れる。つまり、参加者は自転車を速くこげばこぐほど、相対論の効果により体験できる仕様になっている。自転車の前に設置した大型スクリーンの映像には、宇宙空間を移動している様子を映した。参加者の自転車をこぐスピードによって光速の〇%で進んでいるかを表示し、相対論効果によって起こる光行差や時間・空間の伸び縮みも合わせて映像で表現した。また、詳しく知りたい人向けに解説パネル

を設置した。

自転車をこぐスピードが遅くなると、ゴールする前に爆弾が爆発してしまうため、そのスリルも相まって参加者にはゲーム感覚で本体験展示を楽しんでもらえたようである。

② 映像：「光速のふしぎな世界」



写真25. 映像：「光速のふしぎな世界1～3」

モニター3台を設置し、それぞれ以下のアニメーション映像を映した。

1. 「光速のふしぎな世界 ～どっちが縮んでいる？～」
→速く動くと空間が縮むことを紹介。
2. 「光速のふしぎな世界 ～どっちの時計がゆっくり進む？～」
→速く動くと時間がゆっくり進むことを紹介。
3. 「光速のふしぎな世界 ～速く動くと重くなる？～」
→速く動くと重くなることを紹介。

本展示は、大型体験展示のすぐ横に設置し、参加者が体験展示を楽しんだ後(もしくは待機列に並んでいる間)に見てもらえるよう、連続再生した。

③ 映像：「キャプテン アインシュタイン」

もしも光の速さが時速 20km だったら世界はどう見えるか？をテーマにした 360 度映像「Captain Einstein」(ベルギーのアントワープ大学製作)を、モニターと iPad で見ていただいた。なお、今回の展示用に日本語の吹き替えナレーションを付けた。iPad は見学者に持ってもらい、前後、左右に動かしてもらうことで 360° の映像を楽しんでいただいた。



写真26. 映像:「キャプテン アインシュタイン」

④ 体験展示:「老け顔体験」

ここでは、特殊相対性理論の「ウラシマ効果」について解説するとともに、スマートフォン用アプリ「face App」を活用し、年を取ったら自分の顔がどのように変わるか「老け顔」を体験してもらった。「ウラシマ効果」とは、相対論効果によって時間の進み方にずれが生じる現象のことであり、日本のおとぎ話「浦島太郎」にちなんで名づけられた日本ならではの俗称である。この現象を体験的に学習することはとても難しいが、まずは「ウラシマ効果」を知ってもらうことを目的とし、少しでも楽しんでいただくため、本体験展示を用意した。

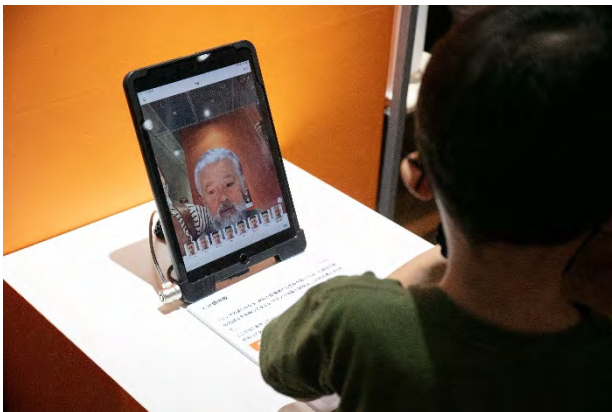


写真27. 体験展示:「老け顔体験」

⑤ 実物資料:「相対論と金」

一見何の関係もなさそうだが、金が黄金の輝きに見えることにも特殊相対性理論が深く関係していることを、金の実物資料とともに解説した。金のように重い原子では、原子核のまわりをまわる電子が光速に近いスピードでまわっていることで相対性理論の効果が無視できなくなる。相対性理論といえば宇宙などマクロの視点で語られることが多いが、実は目に見えない原子や分子などミクロの世界にも影響があることを知ってもらうことを目的として展示した。

この実物資料は、名古屋展、大阪展にて展示した。



写真28. 実物資料:「金鉱石」
(大阪市立自然史博物館より借用)



写真29、30. 第2章「特殊相対性理論」会場外観

2-2-4. 一般相対性理論 まっすぐ進むと曲がって る？

概要 アインシュタインの生涯最大のひらめき「等価原理」は、「重力と加速度は同じものとみなせる」というもので、ここからアインシュタインは重力をふくめた相対性理論を完成させるべく、挑戦を続けた。8年もの歳月をかけ、やがて時空の曲がりこそが重力の正体であるとする一般相対性理論を完成させたのである。

このコーナーでは、重力とは時空の曲がりであるということ、また重力によって光すら曲げられるということを経験展示や解説パネルを通して知ってもらうことを最初の目的とした。また現代では、この理論が予言した天体や現象が、実際に観測によって確かめられていること、さらにこの理論が私たちの日常生活に欠かせないものにも活用されていることなどを紹介した。

展示冒頭のマンガでは、アインシュタインが「等価原理」と「特殊相対性理論」から一般相対性理論を完成させるまでの経緯を紹介した。

なお絵本では、地球が太陽のまわりをまわること、月が地球のまわりをまわるのが、一般相対性理論によって説明されることを紹介した。



図8. 一般相対性理論のマンガ

「等価原理」から重力と時間・空間の関係を導き、一般相対性理論を完成させたことを紹介。



図9. えほん「いっばんそうたいせいりろん」

重力によって天体のまわりの時空が曲がることで、地球は太陽のまわりをまわることを紹介。また、光も時空の曲がりによって、曲がって進むことも合わせて紹介。

一般相対性理論の展示は、次のものから成る。

- ① 大型体験展示:「天体になって宇宙を歩こう」
- ② 模型:「みちびき(準天頂衛星初号機) 1/16 模型」
- ③ 体験展示:「重力レンズを体験しよう!」
- ④ 体験展示:「こんなところにブラックホール! ?」

その他、解説パネル、マンガ、絵本などで構成している。展示の詳細を以下に示す。

展示詳細

① 大型体験展示:「天体になって宇宙を歩こう」



写真31. 大型体験展示:
「天体になって宇宙を歩こう」

この体験展示は、重力によって時空が曲がることを体験してもらう展示である。床面に宇宙空間をあらわすメッシュ構造の映像を映し出し、参加者が歩くと、参加者自身の重力によってメッシュ構造が曲がるよう演出した。またランダムに光の筋が出現し、同じく重力によって光の進行方向が曲げられる様子を再現した。

壁面3面には、「重力波」「ブラックホール」「重力による近点移動」「重力赤方偏移」などのシミュレーション動画を映した。いずれも一般相対性理論によって予言された天体・現象である。本展示は、映像空間の美しさから写真スポットとしても人気となった。

② 模型:「みちびき(準天頂衛星初号機) 1/16 模型」

実は一般相対性理論は、私たちの日常生活に身近な GPS にも必要な理論である。ここでは、GPS と相対性理論について解説パネルで紹介し、日本独自の衛星測位システム「みちびき」の初号機 1/16 模型を合わせて展示することで、現代の技術に相対性理論が活用されていることを紹介した。



写真32. 「みちびき(準天頂衛星初号機) 1/16 模型」
宇宙航空研究開発機構(JAXA)より借用。

また現代では、一般相対性理論を地上で検証することにも成功している。日本の知見と技術が結集して製作された超高精度時計「光格子時計」を、地上と東京スカイツリーの展望台にそれぞれ設置し、進み方のずれを検証する実験が行われたのである。この実験について展示資料はなく、解説パネルのみで紹介した。

③ 体験展示:「重力レンズを体験しよう!」

この体験展示は、参加者が宇宙画像上で重力レンズを動かすことで、重力レンズ効果を体験できる。重力レンズは弱い重力と強い重力の2つを用意し、それぞれ銀河の歪み方がどのように違うかを見てもらった。



写真33. 「重力レンズを体験しよう!」

また解説パネルでは、これまでの観測によって様々な重力レンズ効果が発見されていることも紹介した。例えば遠方の銀河が手前の銀河の重力によって、まるでリングのような形に引き伸ばされた「アインシュタイン・リング」、遠方の超新星が手前の銀河によって4つの天体に分けられ、まるで十字架のような形に見える「アインシュタインの十字架」などである。

④ 体験展示:「こんなところにブラックホール! ?」

床にブラックホールを模擬したブラックホールシートを敷き、写真撮影ができるスポットを設けた。このシートの上に立ってポーズすると、目の錯覚によって、まるでブラックホールに落ちていっているような写真を撮ることができる。今回の企画展会場には、こうした写真スポットをいくつか用意したが、いずれも楽しみながら撮影していただけたようである。

なお、この体験展示は、名古屋展と大阪展にて展示した。



写真34.「こんなところにブラックホール!？」



写真35, 36. 第2章「一般相対性理論」会場の様子

2-3. 第3章:アインシュタインの研究の先に広がる景色・アインシュタインの平和への祈り

概要 アインシュタインの偉大さは広く知られているが、そのために、完全無欠の存在であり、「自分とは関係のないすごい人」というところで理解が止まってしまう可能性を考えた。そこで、天才的な業績だけではなく、天才でさえ失敗をするというエピソードで、親近感を親しみや、我々との近さを示したかった。また、アインシュタインは科学を完成させたわけではなく、その先にも大きな広がりがあり、人類が積み重ねていく科学の営みがあることを伝えたかった。そこで、彼の研究の中で、現在では間違いと認められている話題と、それに関連する最先端の研究成果とそのため観測技術を紹介し、関連した直筆資料複製や模型を展示した。

アインシュタインという人間を知る上で、彼の平和活動については避けては通れない。原子爆弾の破壊的なエネルギーの起源は、アインシュタインの特殊相対性理論から導かれるが、特殊相対性理論の論文自体は核エネルギーの兵器利用について述べたものではなく、アインシュタインは原子爆弾の開発にも携わってはいない。このことは時に誤解されていることがある。しかし、当時の米国大統領ルーズベルトに、実際の使用は想定していなかったにせよ、原子爆弾の開発を勧める書簡を送ったことを、アインシュタインは終生悔やんでいたという。原子爆弾が実際に使われたことを知ったことや、自身がユダヤ人であり、ナチスドイツに国を追われたことなどから、アインシュタインはその後の人生を平和活動に捧げることとなった。世界唯一の被爆国に住む、現在を生きる我々もまた、アインシュタインの残した言葉に耳を傾けるべきと考えた。彼の平和へのメッセージを、本展の締めくりに展示することにした。

第3章の展示は、次のもので構成される。

- ① 大衆向けの科学雑誌に掲載された、 $E = mc^2$ の解説記事の直筆原稿複製
- ② シュヴァルツシルトの手紙複製
- ③ 模型ブラックホールを直接観測した地球規模の望遠鏡が設置された国々
- ④ アルマ望遠鏡 12m アンテナ鏡面パネルおよびアンテナ模型
- ⑤ 「富岳」コンピューター筐体実物大パネル
- ⑥ アインシュタインからルーズベルトへの書簡複製
- ⑦ 日本人へのわたしの弁明(ドイツ語草稿)
- ⑧ 雑誌「改造」編集長の原勝からアインシュタインへの手紙複製

- ⑨ ラッセル・アインシュタイン宣言に関する生前最後の手紙複製

- ⑩ ラッセル・アインシュタイン宣言全文

展示詳細

① 大衆向けの科学雑誌に掲載された、 $E = mc^2$ の解説記事の直筆原稿複製

最も有名なエネルギーと質量の関係式が書かれた直筆草稿は、本展の目玉となる資料のひとつである。

本資料は特殊相対性理論に関係するものであり、話題としては第2章に展示されるべきであるが、資料の貴重性を考えると、体験展示の迫力で隠れてしまい観覧者が通り過ぎてしまわないよう、第2章から第3章への入口に展示した。

パネルでは質量とエネルギーが等価であることの意味、そして太陽の発するエネルギーが核融合による質量の減少により生じたものであることを解説した。

② シュヴァルツシルトの手紙複製

物理学者シュヴァルツシルトがアインシュタインに宛てた最初の手紙を展示した。アインシュタインの発表した一般相対性理論を読み、最初にその数式の解を発見したのはシュヴァルツシルトであった。その解は、宇宙にブラックホールが存在することを意味するものであったが、アインシュタインはそんな不可解なものがあるとは考えなかったのである。アインシュタインの過ちのひとつである。

③ ブラックホールを直接観測した地球規模の望遠鏡が設置された国々

アインシュタインの予想に反し、ブラックホールの存在が科学者により真剣に論じられるようになり、そして2019年にはブラックホールの直接観測がなされるまでに至った。

この展示は、イベントホライズン望遠鏡(EHT)をなす望遠鏡の設置場所を、地球儀半球にピンで印をつけたものである。ブラックホールの直接観測は、地球規模のプロジェクトであり、多くの科学者の協力で達成しえたものということを視覚的に示すことを狙った。

④アルマ望遠鏡 12m アンテナ鏡面パネルおよびアンテナ模型

EHTの望遠鏡のひとつであり、日本も建設に携わった電波干渉計であるアルマ望遠鏡 1/20 模型である。全 66 台のうち、日本のチームは口径 12m を 4 台および口径 7m を 12 台の計 16 台を担当した。

アンテナ模型は、ケースに取り付けられたボタンにより向きを変えるなどの動作が可能であるが、特別展という多数の観覧者の利用による負荷に堪え得ないと判断され、操作卓を触れないように覆って展示した。



写真37. 第3章会場の様子

写真中央は③模型ブラックホールを直接観測した地球規模の望遠鏡が設置された国々。手前に④アルマ望遠鏡 12m アンテナ模型が見える

⑤「富岳」コンピュータ筐体実物大パネル

一般相対性理論によると、重力とは質量による時空の歪みであり、物質が動くと、時空の歪みが波として光速で伝わっていく。興味深いことに、アインシュタインは当初「重力波は存在しない」という論文を発表しようと考えていた。周囲の説得で計算をやり直し、その存在は認めたものの、それでも重力波を観測することはきわめて難しいと考えていた。天才はすべて正しいわけではないことを示すもうひとつのエピソードである。

パネルではこのエピソードとあわせて、現代の科学者が重力波の観測に成功し、ノーベル賞受賞となったことを紹介した。そして、重力波の研究拠点となっている日本の大型低温重力波望遠鏡 KAGRA と、大規模シミュレーションのために必須であるスーパーコンピュータ富岳の展示につなげた。

この展示は実物大サイズ筐体パネルであり、その大きさや、内部の複雑さで、現代の最先端の研究現場の様子を伝えることを狙った。

アインシュタインの過ちのエピソードとして、アマチュア科学者マンドルの着想による重力レンズ効果について、アインシュタインは論文を書いたものの、その観測可能性を否定したこと、そして 1979 年に重力レンズ効果の観測が成功したことをパネルで紹介した。

⑥ アインシュタインからルーズベルトへの書簡複製

物理学者シラードに依頼されて署名した、ルーズベルト当時米国大統領に原子爆弾の開発を提言する内



写真38. 「富岳」コンピュータ筐体実物大パネル。これが 432 台で富岳全体を成すことは左のキャプションで紹介した。

容の手紙である。アインシュタインは、核兵器の保有が戦争の抑止になると考えており、実際に使用することには反対していた。アインシュタインはこの手紙を書いたことを生涯悔いたという。

資料そばのパネルでは原子爆弾がいかなるものか、そしてアインシュタイン自身は原子爆弾の開発自体にはまったく関わっていないことを解説した。

⑦ 日本人へのわたしの弁明(ドイツ語草稿)

⑧ 雑誌「改造」編集長の原勝からアインシュタインへの手紙複製

原爆の悲劇についての 1952 年の時点での考えなどについて、雑誌『改造』編集長がアインシュタインに質問した手紙と、その回答の草稿である。⑧には多くの推敲の跡が見て取れる。

パネルには『改造』が掲載した日本語訳全文を省略せず掲載し、観覧者が読めるようにした。

⑨ ラッセル・アインシュタイン宣言に関する生前最後の手紙複製

⑩ ラッセル・アインシュタイン宣言全文

ラッセル・アインシュタイン宣言とは、「世界から核兵器を取り除き、そしてすべての戦争の廃絶を目指し、科学技術を平和のために使う」と訴える宣言である。イギリスの哲学者ラッセル、アインシュタインを含む科学者 11 人の署名によるものである。

アインシュタインは病床でこの宣言への署名に同意する手紙を送り、そのわずか 1 週間後にこの世を去った。ラッセル・アインシュタイン宣言は、人類に向けられたアインシュタインの遺言といってよいだろう。この生前

最後の手紙複製と、ラッセル・アインシュタイン宣言全文複製を、その日本語訳（一部抜粋）のパネルとともに展示し、第3章の締めくくりとした。

企画段階では、第3章には、原子爆弾の被害を具体的に示す資料の展示、そしてアインシュタインの願った平和を受けて現代の世界の状況を見せるエリア、例えば「これまでに行われた核実験の回数」や「世界の難民の数」などの数字を象徴的に提示するエリアなど、を検討していた。しかし、アインシュタインの業績や生涯を伝える本展の主目的からやや離れる内容であり、かつ内容がきわめて重くなり、最後の印象が強くなりすぎる可能性などから、この案は見送られた。

2-4. そのほか

2-4-1. ワークシート

会場である自然史博物館では、特別展では展示を注意深く見てもらうための工夫として、ワークシートを製作し、観覧者に提供している。本展では、第2章の業績の理解のための簡単な計算問題と演習をA4両面1枚にまとめたワークシートを製作し、ホームページから各自ダウンロードできるように公開した。解答は特別展会場出口に設置した。ワークシートは付録6に示した。

2-4-2. イスラエルの紹介

会場であるネイチャーホール出口前に、開催に際し協力いただいた駐日イスラエル大使館が製作した、イスラエルについての紹介展示を設置した。壁の色はピンクである。本特別展の企画者は、この展示内容には携わっていない。



写真39. 駐日イスラエル大使館による、イスラエルの紹介展示の様子



写真40. 第3章の様子

写真手前と中央は④アルマ望遠鏡 12m アンテナ鏡面パネルおよびアンテナ模型、奥壁面ケースには⑥－⑩の直筆資料複製が展示されている。左奥に見える壁面パネルが本展の最後のパネル（おわりに、参考文献、謝辞）である。

3. 入場者数

本展の入場者数と内訳は以下の通り。

総入場者数	46,007 人
内訳	
大人	22,127 人 48%
高大生	1,432 人 3%
小中学生	12,823 人 28%
未就学児	9,625 人 21%

入場者数は、事前予想の約 3 割減であった。新型コロナウイルス感染症感染拡大に伴い、「まん延防止等重点措置に基づく要請に基づく要請」(6月21日から8月1日)、「緊急事態措置に基づく要請」(8月2日から9月30日)が発表されていたことが主要因としか言いようがない。臨時休館にはならなかったのは唯一の救いである。

想定よりも高大生の割合が少なく、反対に小中学生割合が多くなった。メインターゲットである小中学生とその保護者にとっては、夏休み期間に重なる本展会期は特に外出先として都合がよかったものと思われる。その反面、高大生の来場に結び付けられなかったのは残念である。

4. 謝辞

まず、読売新聞大阪本社の皆様に感謝を申し上げます。3 科学館による共同企画という過去に例のない貴重な機会をいただきました。

そして、展示内容が大変充実したものになったのは、末尾に示すように、ご協力いただいた多くの皆様のおかげです。感謝を申し上げます。

本展はより多様な視点で第1章を構成するため、福岡市科学館の多くのスタッフでアイデアを出し、パネル執筆を行いました。学習支援チームの小林翔さん、土田明憲さん、光岡裕子さん、井上香織さんには、第1章構成や演出方法・パネル構成に関するアイデアをいただきました。また、サイエンスナビの藤瀬雅子さん、原田美樹さん、由布久美子さん、米村葉月さんには、名言の選定やエピソードの事実確認等でご協力いただきました。パネル執筆に当たり、みなさまの多大なるお力添えに感謝申し上げます(所属はすべて当時)。

展覧会実施概要

ノーベル賞受賞 100 年記念「アインシュタイン展」

会場

大阪市立自然史博物館 ネイチャーホール

会期

2021 年 7 月 17 日(土)-10 月 10 日(日)

開館時間

9:30~17:00(ただし、入場は 16:30 まで)

休館日

2021 年

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)

※ただし 8 月 9 日(月)は、10 時 5 分、大阪市に暴風警報並びに波浪警報が発令されたため、臨時休館。

入場料

当日:大人 1,500 円、高大生 800 円、小中生 500 円

前売:大人 1,300 円、高大生 600 円、小中生 300 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)。

※上記特別展入場料で、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。

※20 人以上の団体は前売料金で販売。

※前売券は 7 月 16 日(金)まで主なプレイガイドで販売。

主催

大阪市立科学館、大阪市立自然史博物館、

読売新聞社、関西テレビ放送

後援

駐日イスラエル大使館、大阪府教育委員会、

大阪市教育委員会、堺市教育委員会、

応用物理学会、日本化学会、日本天文学会、

日本物理学会、日本物理教育学会

特別協力

ヘブライ大学アインシュタインアーカイブ(イスラエル)

協力

宇宙航空研究開発機構(JAXA)、

自然科学研究機構国立天文台、理化学研究所、

京都大学大学院人間・環境学研究科、

京都大学基礎物理学研究所、慶應義塾図書館、

ゲント大学(ベルギー)、東京大学宇宙線研究所、

名古屋市科学館、福岡市科学館、

愛媛県総合科学博物館、上越科学館、

仙台市天文台、アンリアレイジ、改造社書店、

浜松ホトニクス、Blue Dragon Art Company

特別協賛

佐川印刷株式会社

協賛

岩谷産業、関西電気保安協会、島津製作所、

清水建設

音声ガイド

37 分 28 トラック、ナレーション:窪田等氏

600 円。トラック一覧は付録 5 に示した。

製作:株式会社カセットミュージアム

付録 1 アインシュタイン展 関連イベント

記念講演会「のぞいてみよう!アインシュタインの頭の中」

概要

山田、上羽、西野が、本展の見どころやアインシュタインの魅力をリレー形式で講演した。

日程

2021 年 7 月 17 日(土)14:00～15:00

配信

YouTube「大阪市立自然史博物館」チャンネルよりライブ配信。本特別展の会期中はアーカイブ配信した

※当初は来場者先着 80 人を対象とした講演会であったが、新型コロナウイルス感染症感染拡大防止のため、オンライン配信に変更された。

連動企画展「もっと知りたい!アインシュタイン」

概要

アインシュタイン来日当時の大阪の様子や、「相対性理論」に対する人々の熱狂ぶり、またアインシュタインと関わりのあった日本人科学者について、当時の写真や実物資料でたどります。

会期

2021 年 6 月 22 日(火)～ 8 月 22 日(日)

会場

大阪市立科学館展示場 4 階

入場料

無料ただし展示場観覧券が必要

関西電気保安協会 子ども電気工作教室

「備長炭電池の作り方」

※新型コロナウイルス感染症拡大を受け、延期を繰り返したが、最終的に中止が決定された。

概要

備長炭で電池を作り、小型のプロペラを動かします。完成後は直列繋ぎや並列繋ぎでプロペラの動きの違いを実験します。また備長炭がなぜ電池になるのか、電気の性質などについて解説します。科学への興味・関心を育む機会としてご体験ください。

日程

2021 年 8 月 6 日(金)、9 日(月・振休)、10 日(火)、11 日(水)、20 日(金)、21 日(土)

①10:30～ ②12:30～ ③14:30～、各回 40 分

会場

大阪市立自然史博物館 1 階セミナー室

参加費

無料ただし本展入場券(半券可)が必要

親子で学ぼう!アインシュタインの世界 特別講演会と鑑賞

概要

上羽、西野が、アインシュタインの功績や人物像について講演し、質疑応答を行った。参加者は講演の後には自由に特別展の鑑賞ができる。

日程

2021 年 9 月 5 日(日) 13:30～16:00

会場

大阪市立自然史博物館講堂

参加費

大人 2,000 円、こども 700 円(鑑賞含む)

参加者

30 人

主催

大阪よみうり文化センター

後援

読売新聞大阪本社

協力

ノーベル賞受賞 100 年記念「アインシュタイン展」大阪実行委員会

駐日イスラエル大使館×アインシュタイン展イベント

「アインシュタインに手紙を書こう!」

概要

アインシュタインは、1922 年に訪日がかきかけで受け取った日本の子どもの絵集を自宅に飾っていたほか、1930 年には日本の出版社へ、日本の子どもたちに向けたメッセージを送り、そして 1949 年にはアインシュタインの話を学校の先生から聞いた日本の子どもたちから、彼の誕生日のお祝いに手紙と絵が彼の下に届いたという。

このエピソードに関連し、中学生以下の観覧者を対象に、アインシュタイン展を観覧して感じたことや、アインシュタインに伝えたいメッセージなどを、イラストや手紙の形式で自由に書いてもらう企画を駐日イスラエル大使館との共催により行われた。大使館宛に郵送された手紙はすべて駐日イスラエル大使館を通して、ヘブライ大学アインシュタインアーカイブに届けられた。

大阪会場では総数 38 件 29 通の投稿があった。そのうち 2 点が「駐日イスラエル大使館賞」「アインシュタイン展賞」に選定され、受賞者には大使館から届く手紙とオリジナルグッズの詰めあわせが贈られた。

付録2 アインシュタイン展 展示一覧

種類	名称	所蔵・クレジット
第1章 アインシュタインのキャラクターに触れる		
複製	On a Heuristic Point of View Concerning the Production and Transformation of Light.” Mar, 1905	AEA 122-188
複製	ノーベル賞の賞状(複製)	AEA 65-020.3
体験	方位磁石(4個)と棒磁石	新規作成
体験	ラジオメーター(2個)	購入
体験	水飲み鳥(3個)	購入
体験	偏光板トンネル(2個)	新規作成
体験	プラズマボール(3個)	購入
体験	知恵の輪	購入
写真スポット	アインシュタインの仕事部屋	新規作成
実物	雑誌「改造」1923年1月号	慶應義塾大学図書館
実物	書簡草稿Professor u. Frau Professor [アインシュタイン夫妻宛] 15./Oktober 1923. ※1	慶應義塾大学図書館
実物	書簡草稿Professor Einstein [アインシュタイン宛] 3 November 1924.Dr. H. Miyake[三宅速] ※2	慶應義塾大学図書館
実物	アインシュタインが三宅速に宛てた自筆の新年挨拶の書簡 1. Jan [1925] ※1	慶應義塾大学図書館
実物	アインシュタイン宅への茶会の招待状 [1926年か]Frau Elsa Einstein ※2	慶應義塾大学図書館
第2章 アインシュタインが変えた世界		
写真スポット	アインシュタイン等身大パネル	新規作成
ブラウン運動		
映像	ブラウン運動実験映像	名古屋市科学館
体験	光のランダムウォーク	新規作成
体験	押せ押せ！ブラウン運動	新規作成
実物	リヒテンベルク図形	大阪市立科学館所蔵
実物	デンドライト資料	大阪市立自然史博物館所蔵
実物	フラクタル日よけ	京都大学大学院 人間・環境学研究科協力
壁面	フラクタル図形	フリー素材
壁面	雲の様子	大阪市立科学館 西岡学芸員
壁面	リアス式海岸	宇宙航空研究開発機構(JAXA)
壁面	ロマネスコ	フリー素材
壁面	雪の結晶	上越科学館
壁面	カミナリ	読売新聞社
光電効果		
体験	光の粒で電子をとばそう	新規作成
体験	屈折体験	新規作成
体験	偏光体験	新規作成
体験	回折体験	新規作成
体験	複屈折体験	新規作成
体験	光電効果体験	新規作成
実物	スーパーカミオカンデの光電子増倍管	浜松トニクス
写真スポット	スーパーカミオカンデの中で写真を撮ろう	東京大学宇宙線研究所 神岡宇宙素粒子研究施設
実物	アンリアレージ衣装「PRISM」3体	アンリアレージ協力
体験	プリズム体験	新規作成
実物	レントゲン撮影装置	島津製作所
特殊相対性理論		
体験	光速サイクリング	新規作成
体験	Captain Einstein	ゲント大学協力
映像	光速のふしぎな世界	新規作成
装置	老け顔体験	FaceApp
実物	金鉱石2点	大阪市立自然史博物館 M543, M699-1
一般相対性理論		
体験	天体になって宇宙を歩こう	新規作成
写真スポット	ブラックホールのトリックアート	愛媛県立総合科学博物館 久松学芸員
体験	重力レンズ	協力: 大阪教育大学、仙台市天文台、 銀河画像クレジット: NASA, ESA他
模型	みちびき衛星	宇宙航空研究開発機構(JAXA)
第3章 アインシュタインの研究の先に広がる景色・アインシュタインの平和への祈り		
複製	大衆向けの科学雑誌に掲載された、 $E=mc^2$ の解説記事の直筆原稿(複製)	AEA 1-148
複製	シュヴァルツシルトの手紙	AEA 67-328
模型	ブラックホールを直接観測した地球規模の望遠鏡が設置された国々	EHT
実物	アルマ望遠鏡12mアンテナ鏡面パネル	国立天文台
模型	アルマ望遠鏡12mアンテナ模型	国立天文台
壁面	「富岳」コンピューター筐体実物大パネル	理化学研究所
複製	アインシュタインからルーズベルトへの書簡	AEA 33-88
複製	日本人へのわたしの弁明(ドイツ語草稿)	AEA 60-39
複製	雑誌「改造」編集長の原勝からアインシュタインへの手紙(複製)	AEA 60-37
複製	ラッセル・アインシュタイン宣言に関する生前最後の手紙(複製)	AEA 33-212
複製	ラッセル・アインシュタイン宣言	AEA 33-209
種類	名称	所蔵・クレジット

※1 会期開催から8月27日まで展示

※2 8月28日から会期終了まで展示

付録 3 アインシュタイン展 パネル一覧

章	コーナー	パネル概要	サイズ	枚数	
1章	はじめに	ごあいさつ	B1	1	
	アインシュタインってこんな人	第1章 アインシュタインのキャラクターにふれる	B1	1	
		フェイスブック風自己紹介	B1	9	
	アインシュタインと考えるよ	アインシュタインと考えるよ	B1	1	
		方位磁石 コンパスの針はどうしていつも同じ方向を向くの？	B1	1	
		コンパスの針はどうしていつも同じ方向を向くの？(解説編)	B1	1	
		ラジオメーターを動かす“見えない力”のひみつ	B1	1	
		アインシュタインも驚いた！？日本の科学おもちゃ「水飲み鳥」	B1	1	
		ボールが壁をすり抜ける！？ふしぎなトンネルの謎	B1	1	
		触ったところに光がよってくる！プラズマボール	B1	1	
		アインシュタインが遊んだおもちゃ「アンカー石積木」と「チャイニーズリング」	B1	1	
	仕事部屋	アインシュタインと仕事	B1	1	
		アインシュタインの仕事部屋	B1	1	
	アインシュタインと日本	アインシュタインと日本	B1	1	
		来日のきっかけそしてアインシュタインの想い	B1	1	
		アインシュタイン・フィーバーと日本での歓迎ぶり	B1	1	
		日本での滞在記録	B1	5	
		アインシュタインは日本をどう見たのか？	B1	1	
		私の日本旅行雑感	A2	3	
		ノーベル賞とその始まり	A3	1	
アインシュタインとノーベル賞		A1	1		
2章	導入	第2章 アインシュタインが変えた世界	B1	1	
	ブラウン運動・ふしぎな動きは分子のしわざ	漫画	A0	1	
		理論解説(ブラウン運動—ふしぎな動きは分子のしわざ—)	A0	1	
		えほん「ぶらうんうんどう」	A3	6	
		メイン展示ゲームでわかる理論紹介	B1	1	
		光のランダムウォーク ルール説明	大判	1	
		光のランダムウォーク このゲームで	B1	1	
		押せ押せ！ブラウン運動	B1	1	
		フラクタル ズームしてもズームしても、やっぱり同じ	B1	1	
	でも…分子は見える	B1	1		
	光電効果・光は波？それとも粒？	漫画	A0	1	
		光電効果—光は波か？それとも粒か？—	A0	1	
		えほん「こうでんこうか」	A3	6	
		光の色の違いは、なんの違い？	B1	1	
		光の粒で電子を飛ばそう！このゲームでなにがわかる？	B1	1	
		光の「波」と「粒」が同時に見えるふしぎな実験	B1	1	
		アンリアレージの紹介	B1	1	
		光は波 色が変わる服～PRISM～	B1	1	
		光は波 光の進み方が変わる！～屈折～	A1	1	
		光は波 回転させると消える！？～偏光～	A1	1	
		光は波 光が色に分かれる！～回折～	A1	1	
		光は波 光がゆがむふしぎな石～複屈折～	A1	1	
		光は粒 光電効果	A1	1	
		光は粒 かすかな光を見つけるセンサー「光電子増倍管」	B1	1	
		レントゲン撮影装置「ニューオーロラ号」	B1	1	
		特殊相対性理論 (のびちぢみする時間と空間)	漫画	A0	1
	理論解説(特殊相対性理論—伸び縮みする時間と空間—)		A0	1	
	えほん「とくしゅそうたいせいりろん」		A3	6	
	光速サイクリング このゲームで何がわかる？		B1	1	
	光の速さを測る！		B1	1	
	浦島太郎は相対性理論？		B1	2	
	光の速さを体験しよう		B1	1	
	黄金の色は相対性理論？		B1	1	
	一般相対性理論 (まっすぐ進むと曲がってる？)	漫画	A0	1	
		理論解説(一般相対性理論—まっすぐ進むと曲がってる？—)	A0	1	
		えほん「いっぱんそうたいせいりろん」	A3	6	
		ブラックホール/こんなところにブラックホール！？	B1	1	
		GPSと相対論理論	B1	2	
		ニュートンVSアインシュタイン	B1	2	
		ここまで見えた!現代の観測成果	B1	2	
		ないのに見える！？重力レンズ効果	B1	1	
	3章	導入	こんな形も見える！	B1	1
東京スカイツリーで、一般相対性理論を確かめる！			B1	1	
E=mc ²		第3章 アインシュタインの研究の先に広がる景色/アインシュタインの平和への祈り	B1	1	
		世界で最も有名なアインシュタインの式 E=mc ²	B1	1	
		栄光の影～天才にも未来予想はできない～	「ブラックホールなんてない!」と考えていた	B1	1
			巨大望遠鏡でブラックホールに挑む！	B1	1
			「重力波は観測できない!」と考えていた	B1	1
			「重力レンズ効果は見えない!」と考えていた	B1	1
アインシュタインと戦争と平和			アインシュタインと戦争	B1	1
			原子爆弾とは	B1	1
		日本人への私の弁明(日本語全文)	B1	1	
		平和への願い	B1	1	
		アインシュタインと湯川秀樹	B1	1	
		ラッセルアインシュタイン宣言 日本語訳	B1	1	
おわりに		おわりに	B1	1	
		謝辞	B1	1	
		おもな参考文献	B1	1	
会場内適宜		ツイッターイメージ、アインシュタインの名言		15	
イスラエル紹介	イスラエルってどんな国？			1	
	イスラエルとアインシュタインの関係？			1	
	イスラエルと科学			1	

付録5 アインシュタイン展 音声ガイド

番号	タイトル
第1章 アインシュタインのキャラクターに触れる	
1	プロローグ
2	日本での滞在記録
3	光電効果の論文
4	ノーベル賞
5	方位磁石
6	三宅速とアインシュタイン(船上の写真)
7	アインシュタインの日本旅行雑感
8	仕事部屋
9	仕事部屋 その2
第2章 アインシュタインが変えた世界	
ブラウン運動	
10	ブラウン運動と分子論
11	ブラウン運動と分子論 その2
12	フラクタル
13	フラクタル その2
光電効果	
14	光電効果
15	光電効果 その2
特殊相対性理論	
16	あなたもタイムトラベラー！？
17	あなたもタイムトラベラー！？ その2
18	金の色も相対性理論！？
19	ニュートン VS アインシュタイン
20	ニュートン VS アインシュタイン その2
第3章 アインシュタインの研究の先に広がる景色・アインシュタインの平和への祈り	
21	とらえた！重力波
22	ブラックホール
23	ブラックホール その2
24	重力波望遠鏡
25	スーパーコンピュータ「富岳」
26	アインシュタインと平和
27	アインシュタインと平和 その2
28	エピローグ

ナレーション: 窪田等

収録時間: 37 分

付録6 アインシュタイン展 ワークシート解答

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！

ヒント

- ① ヨリ・ゾのような動物をひとつ想像し、はじり「0」の上に書いてスタートです。クランプのような動物はランダムウォークする動きです。後は上下に1マスずつ移動します。
- ② どちらにも行くはコインを投げて決めます。
- ③ 表が出たら上に1マス、裏が出たら下に1マスだけ移動をします。
- ④ ③を10回繰り返します。10回目で終わりの数字に書き込みましたか？
- ⑤ ④を5回繰り返して、他の人と比べてみましょう。
- ⑥ 下の2次元コードを読みとり、10回目でたどりし数字を入力してください。



「行き先がランダムで決まるので、最後によるマスは必ずしも決まらず、どのマスでも一様なのでは？」と思うかもしれません。そうはならないのが面白いところです。

問題10. 10回目にいる確率をもっと高いマスはどの数字のマスだと思いますか？

【 0 】

上のランダムウォークでは、それぞれの場所にとどまり続ける確率を求めることができます。

問題11. 上のようにながらかの移動を10回繰り返すと、移動のしかたは、全部で何通りでしょうか？

ヒント 一回(上, 下)の2通り、それが10回分です。

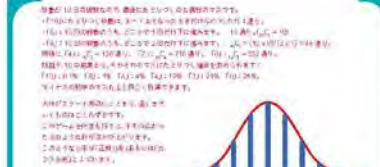
【 $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ の10乗 = 1024通り 】

問題12. 10回の移動で最後にとどまりたいのは必ずしも決まらず、どのマスでも一様なのでは？

最後にとどまりたいマスがあるとき、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。
他のマスでも何回かに計算してみましょう。問題8の手帳は正しかったでしょうか。

ヒント 16回たどったときには、10回の移動のうち、上が8回、下が2回が必要です。

下の移動が何回かは関係ありません。



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 】

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

アインシュタインは1879年(明治12年)3月14日に生まれました。

日本は「大正時代」を始めていた時代です。

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【 30 】年

(第二次世界大戦終結の10年後です。)

日本は第二次世界大戦終結の10年後、昭和30年(1945年)に終戦を迎えました。

アインシュタインは「大正時代」に生まれました。



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んとも想像し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、いったいどのような世界でしょうか？

また、どうなっているのでしょうか？ 考えてみましょう。

100年後はどうなるとか、たとえば

- 医療が高度化し、人間の健康寿命はさらに伸びることでしょう。

- またAI(人工知能)やロボット技術が進歩し、人間の身体や認知能力、さらに感情のデータ化もできるようになるかもしれません。

- 宇宙旅行が当たり前で、地球以外の星で生活できるようになるかもしれません。

- 一方で、エネルギー資源の枯渇が心配されます。再生可能なエネルギーが求められています。

第2章 アインシュタインが変えた世界

問題4. それぞれ正しい順番で正しい順で解きましょう。

光の速度が解き明かされるまでの歴史

ニコ・トン(1642-1727)は、光がより速く進む性質、そして反射する性質から、光を【 光 】だと考えていました。一方、ホイヘンス(1629-1695)は【 波 】だと考えました。光の干渉、回折、反射といった現象をうまく説明できるからです。その後、【 1864 】年に【 James Clerk Maxwell 】(1831-1879)が電磁気学の法則をまとめ、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。空気に振動の大きい光をあてると電子が飛び出す現象【 光電効果 】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」という波粒二重性論を1905年に発表し、ノーベル物理学賞を受賞しました。

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

時間 9:30~17:00(入館は16:30まで)

料金 大人1,500円、小学生500円、中学生300円、小学生以下無料(小学生以下は保護者同伴で入館可)

会場 大阪市立自然史博物館 2階ホール(近鉄・JRの両線南駅西口徒歩1分)

地図

https://www.ktn.jp/event/einstein/

見学ワークシート

学名 _____

姓 _____

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呼ば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？



彼の科学への夢のきっかけは、45歳のときに訪れたスイスにありました。父に見せられた古時計がいつ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、はるるえるほど感動したそうです。

次の感動は、12歳のときに訪れた「ユークリッド幾何学」についてです。この分野の理解がきっかけとなり、進路を決めたそうです。このような経験が、アインシュタインをどんどん科学の道へと導いていきました。

そんな彼は科学の道に進むだけでなく、アインシュタインの原点に立ち返ることで、科学の道に進むことができました。アインシュタインは、科学の道に進むだけでなく、科学の道に進むことができました。

アインシュタインは、科学の道に進むだけでなく、科学の道に進むことができました。アインシュタインは、科学の道に進むだけでなく、科学の道に進むことができました。

特殊相対性理論

特殊相対性理論は2つの光の速度から成り立っています。

① 光の速度は一定

② 光の速度は一定

③ 光の速度は一定

④ 光の速度は一定

⑤ 光の速度は一定

⑥ 光の速度は一定

⑦ 光の速度は一定

⑧ 光の速度は一定

⑨ 光の速度は一定

⑩ 光の速度は一定

⑪ 光の速度は一定

⑫ 光の速度は一定

⑬ 光の速度は一定

⑭ 光の速度は一定

⑮ 光の速度は一定

⑯ 光の速度は一定

⑰ 光の速度は一定

⑱ 光の速度は一定

⑲ 光の速度は一定

⑳ 光の速度は一定

㉑ 光の速度は一定

㉒ 光の速度は一定

㉓ 光の速度は一定

㉔ 光の速度は一定

㉕ 光の速度は一定

㉖ 光の速度は一定

㉗ 光の速度は一定

㉘ 光の速度は一定

㉙ 光の速度は一定

㉚ 光の速度は一定

㉛ 光の速度は一定

㉜ 光の速度は一定

㉝ 光の速度は一定

㉞ 光の速度は一定

㉟ 光の速度は一定

㊱ 光の速度は一定

㊲ 光の速度は一定

㊳ 光の速度は一定

㊴ 光の速度は一定

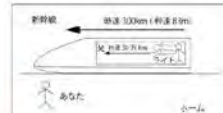
㊵ 光の速度は一定

㊶ 光の速度は一定

㊷ 光の速度は一定

㊸ 光の速度は一定

㊹ 光の速度は一定



特殊相対性理論では、光速が一定の速度から、時間や空間は相対的なものである。止まっている人(静止系)と動いている人(運動系)と、互いによって相対的に異なる時間や空間が存在する。

① 動いている人(運動系)の時間と空間は、止まっている人(静止系)の時間と空間と比べて、遅く、狭くなる。

② 動いている人(運動系)の時間と空間は、止まっている人(静止系)の時間と空間と比べて、遅く、狭くなる。

③ 動いている人(運動系)の時間と空間は、止まっている人(静止系)の時間と空間と比べて、遅く、狭くなる。

④ 動いている人(運動系)の時間と空間は、止まっている人(静止系)の時間と空間と比べて、遅く、狭くなる。

⑤ 動いている人(運動系)の時間と空間は、止まっている人(静止系)の時間と空間と比べて、遅く、狭くなる。

⑥ 動いている人(運動系)の時間と空間は、止まっている人(静止系)の時間と空間と比べて、遅く、狭くなる。

⑦ 動いている人(運動系)の時間と空間は、止まっている人(静止系)の時間と空間と比べて、遅く、狭くなる。

⑧ 動いている人(運動系)の時間と空間は、止まっている人(静止系)の時間と空間と比べて、遅く、狭くなる。

⑨ 動いている人(運動系)の時間と空間は、止まっている人(静止系)の時間と空間と比べて、遅く、狭くなる。

⑩ 動いている人(運動系)の時間と空間は、止まっている人(静止系)の時間と空間と比べて、遅く、狭くなる。

⑪ 動いている人(運動系)の時間と空間は、止まっている人(静止系)の時間と空間と比べて、遅く、狭くなる。

⑫ 動いている人(運動系)の時間と空間は、止まっている人(静止系)の時間と空間と比べて、遅く、狭くなる。