NPO法人函館プラネタリウムの会

入門　みんなで話そう相対性理論

小学生のための相対性理論と宇宙

NPO法人「函館プラネタリウムの会」

未来をつくる子供たちに、科学の心を育もう

検索

次回の月例上映会は、10月21日（土）7時からです　函館プラネタリウムの会について　宇宙の旅スライドショー

次回の上映会は、2023年10月21日（土曜日）午後7時より　入門　みんなで話そう相対性理論

次回の上映会は、2023年10月21日（土曜日）午後7時より

投稿日時: 2023年10月10日 投稿者: murai

9月は、15人ほどお集まりいただけました。一応、ご参加される方は、マスク手洗いの徹底、よろしくお願いします。プラネタリウム館での上映を、ご理解のほどお願いします。

1，日時　2023年10月21日（土曜日）午後7時より。

2，場所　函館プラネタリウム館（函館市亀田中野町62

受付開始は6時30分です。
地図はこちらです。

3，上映プログラム

1，プラネタリウムプログラム「秋の星空」

2，観望会（土星,木星、ガリレオ衛星をみよう）

ご希望によって「入門、相対性理論について」

申込は下記アドレスからお願いします。
hakodateplanetarium@yahoo.co.jp（迷惑メール防止のため、送信する場合は、@を@に変えてお送りください。
——電話　0138-47-3163（みはら歯科矯正クリニック内事務局）

2023年10月

日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

« 9月

検索

TWITTER

Follow @hakopla | followers)

最近の投稿

- 次回の上映会は、2023年10月21日（土曜日）午後7時より
- 次回の上映会は、2023年8月19日（土曜日）午後7時より
- 次回の上映会は8月19日（土曜日）午後7時より
- 次回の上映会は、2023年7月15日（土曜日）午後7時より
- 次回の上映会は8月24日（土曜日）午後7時からです

最近のコメント

- 次回の月例上映会は、10月21日（土）7時からです に murai より
- ２０１２年８月１８日月例会について に 2013年　8月　28日（土曜）プラネタリウムは夏の星空です | NPO法人「函館プラネタリ

未来をつくる子供たちに、科学の心を育もう

NPO法人「函館プラネタリウムの会」

未来をつくる子供たちに、科学の心を育もう

検索

次回の月例上映会は、10月21日（土）7時からです　函館プラネタリウムの会について　宇宙の話スライドショー

次回の上映会は、2023年9月16日（土曜日）午後7時より　入門　みんなで話そう相対性理論

次回の月例上映会は、10月21日（土）7時からです

9月は、20人ほどお集まりいただけました。土星を、望遠鏡にて見ていただくことが出来ました。

10月は、一応、ご参加される方は、マスク手洗いの徹底、よろしくお願いします。、
プラネタリウム館での上映を、ご理解のほどお願いします。

1、日時　2023年10月21日（土曜日）午後7時より。

2、場所　函館プラネタリウム館（函館市亀田中野町62

-受付開始は6時30分です。
地図はこちらです。

3，上映プログラム

1，プラネタリウムプログラム「秋の星空」

2，観望会（土星、木星、ガリレオ衛星をみよう）

未定

ご希望によって「入門、相対性理論について」

申込は下記アドレスからお願いします。
hakodateplanetarium@yahoo.co.jp（迷惑メール防止のため、送信する場合は、@を@に変えてお送りください。
——電話　0138-47-3163（みはら歯科矯正クリニック内事務局）

未来をつくる子供たちに、
科学の心を育もう

プラネタリウムのない函館市民、子供たちにプラネタリウムを見てもらいたい。
科学の心を育もう

- ２００３年１０月　段ボールプラネタリウム公開
- 2005年8月小学校理科の授業で、エアドーム+魚眼レンズ+プロジェクタ+ステラナビゲータ７でプラネタリウム上映
- ２００８年７月　　函館市営熱帯植物園で年４回のエアドーム　プラネタリウム上映
- ２００９年　６月　ドームハウス作成開始
- ２００９年　１０月　屋根木材部分　完成
- ２０１０年　5月　FRP製　屋根　完成
- ２０１０年　６月　NPO法人　函館プラネタリウムの会　設立許可
- ２０１１年　７月　手作り天文台　完成

なぜつくることに突き動かされたのか

1、自分が、社会、特に函館に住む方々に、あまり人が手がけていない分野で、自分の力で最も効果的に、喜んでいただける手段を探している。

2、自分が、個人でできる範囲を、自分の知識を高めることにより広げていく。

この広げていく過程がわくわくして、面白い

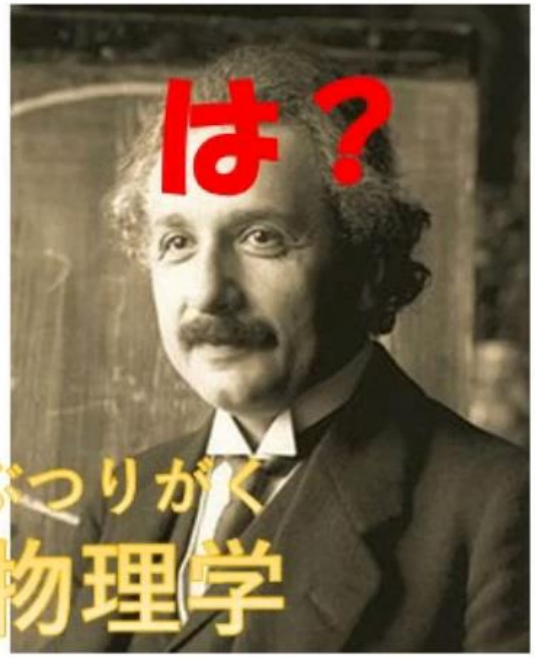
キーワード

「函館には、〇〇〇がない」

物理学に革命を与えた巨人たち

こてんぶつりがく
古典物理学

アイザック ニュートン
1642年～1727年

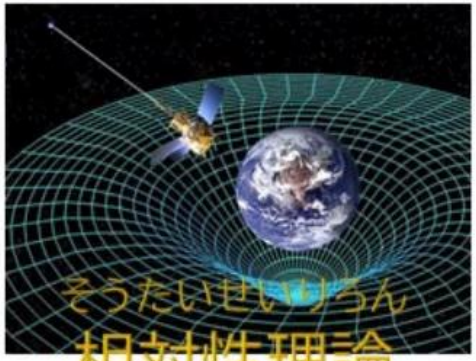


アルベルト アインシュタイン
1879年～ 1955年

げんだいぶつりがく
現代物理学

ニールス ボーア
1885年～ 1962年

りきがく
ニュートン力学



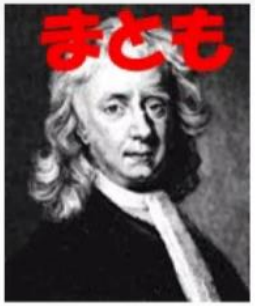
そうたいせいりろん
相対性理論

りょうしりきがく
量子力学

ニュートンの運動の法則

時速100キロで走る車から進行方向と逆に時速100キロのボールを投げたら？

まともなニュートンが言ったこと



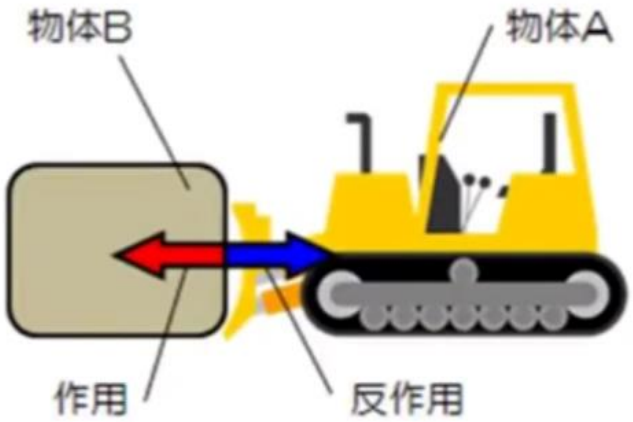
その1

すべての物体は、力を加えない限り、止まっているものは止まったままで、動いているものは同じ速度で動き続ける

その2

物体に力を加えると、加速度が生じ、その加速度の大きさは力の大きさに比例し、物体の質量に反比例する

まともなニュートンが言ったこと



その3

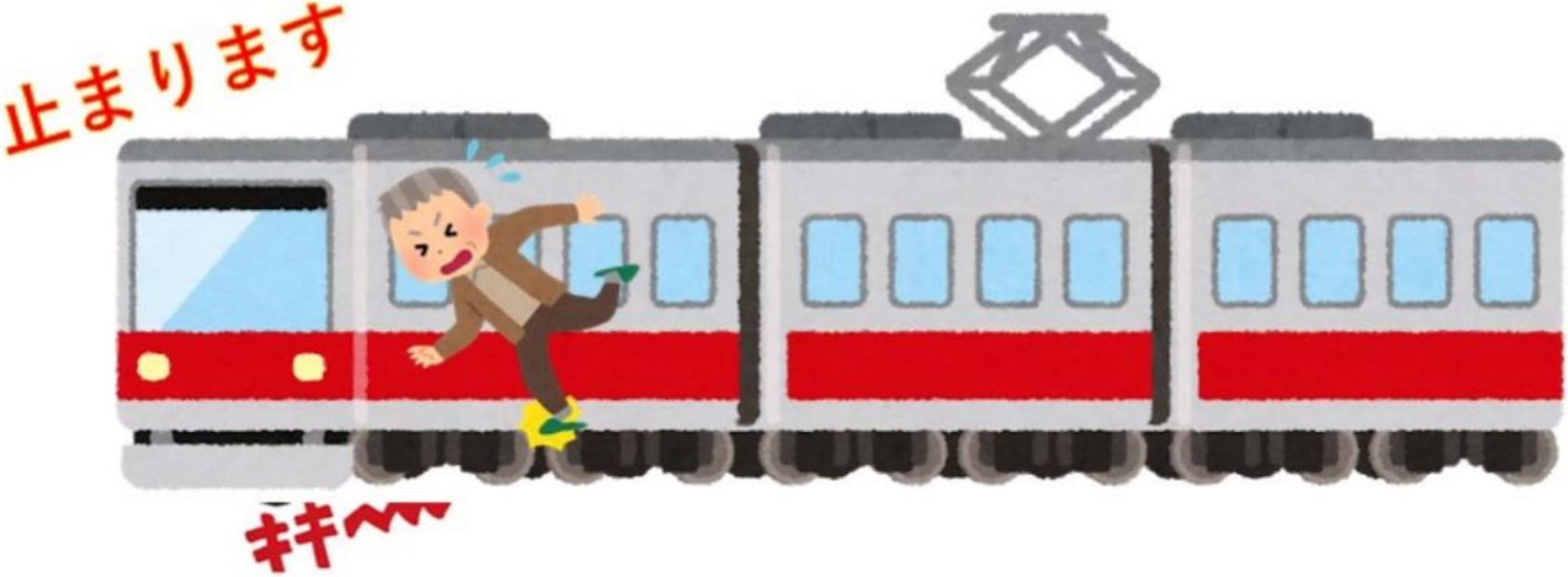
物体Aから物体Bに力を加えると、物体Aは物体Bから大きさが同じで逆向きの力を働き返す

慣性(かんせい)の法則(ほうそく)

まともなニュートンが言ったこと

その1

すべての物体は、力を加えない限り、止まっているものは止まったままで、動いているものは同じ速度で動き続ける



どうたい　うご　つづ
胴体は動き続ける

ゆか　あし　と
床についている足は止まる

速さ、速度とは

物体の速さとは、
その物体が進んだきょりを、
かかった時間で割ったものだ。

車のスピードメーターを
見れば、その車が1時間に
何キロメートルの速さで
進んでいるかわかるよ。

4メートルのきょりを進むのに2秒かかるとしよう。
2秒で4メートルってことは、1秒で2メートル。
それを、次のように書いて表す。

$v = 2\ m/秒$

vは速さ、つまりスピードのこと。速さを知るには、
進んだきょりをかかった時間で割ればいい。

速さ ＝ きょり ÷ 時間

速さ、速度とは

物体の速さとは、
その物体が進んだきょりを、
かかった時間で割ったものだ。

速さに方向をつけたもの（どっちに向かって毎秒何メートルで進んでいるのか）が速度

車のスピードメーターを見れば、その車が1時間に何キロメートルの速さで進んでいるかわかるよ。

v = 2 m/秒

vは速さ、つまりスピードのこと。速さを知るには、進んだきょりをかかった時間で割ればいい。

速さ ＝ きょり ÷ 時間

14

基準系（きじゅんけい）

きじゅんけい
基準系とは
時速３０キロメートル
アルベルト
博士
アリス
RSNF
08
この電車の中にある物体の速さを知るのに、ふたつの基準系がある。
とっては、自分が乗っている車両が基準系
スから見ると、車内のすべてが静止して
速0キロメートル)。
アルベルト博士にとっては、自分が立っている駅のホームが
基準系だ。博士から見ると、通過する電車内すべてが、
一定の速さ(時速30キロメートル)で
移動している。

たちば　ちがう　そくど

時速100キロで走る車から進行方向と逆に時速100キロのボールを投げたら？

立場が違うと速度も違う

電車の中にいるアリスにはリモコンカーの時速は 5km/h に見える

ホームにいる博士にはリモコンカーの時速は 35km/h に見える

キロで走る車から進行方向と逆に時速100キロのボールを投げたら？　(はじめまして相対性理...

100
キロ
時速100kmで走行する車から
逆の方向に 時速100kmのボールを
投げると 投げた地点に落下する

いかがでしたか？

アインシュタインは、皆が常識で当たり前と思っていた事を徹底的に一から考え抜いて、新たな世界を作り出した人です。
皆さんも「教科書に書いてあるから正しい」などと思わずに、色々なことに好奇心と疑問を持ってください。

自分(じぶん)が止(と)まっているのか、どれぐらいの速(はや)さで動(うご)いているのかってわかるの？

自分が止まっているのか、どれぐらいの速さで動いているのかってわかるの？

アインシュタインが若いころに思ったこと

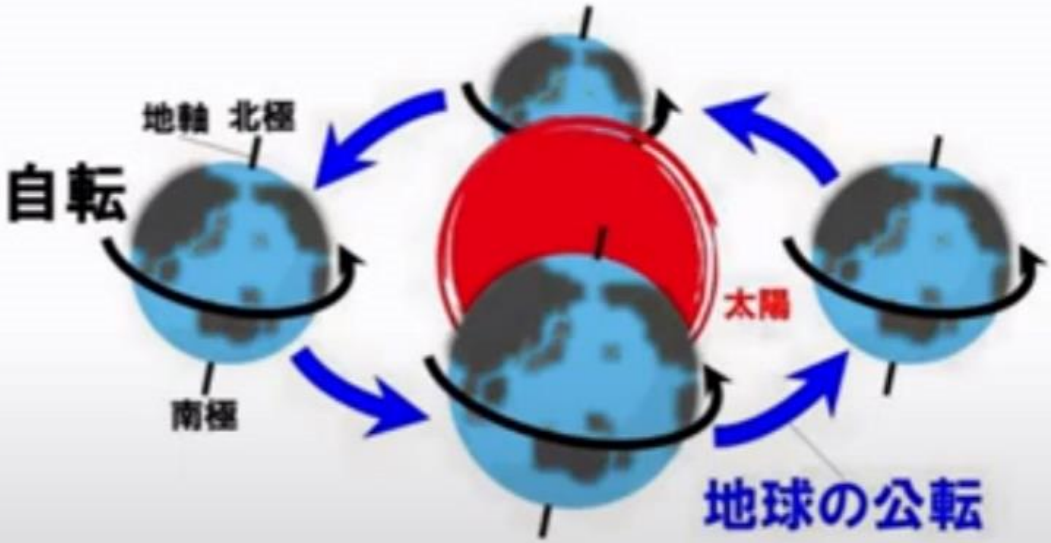
今、私が乗っているこのエレベータの綱が切れて、ビルの下まで落ちていったら、私はどのように運動するのだろう。そもそも、落ちていることに気づくのか？

何とかと天才は紙一重

時速100キロで走る車から進行方向と逆に時速100キロのボールを投げたら？

皆さんは止まっていますか？

宇宙から見ると動いている



地球はものすごいスピードで宇宙を進み、 その速さは時速約10万7000 km！ 月や惑星に向かうロケットでも時速約4万kmですから、地球上にあるどんな乗り物よりも速く、回転していて、赤道上では時速約1700kmもの速さになります。

せきどう　たいじゅう　はか　ほっきょく　かる

赤道で体重を測ると北極よりも0.5％軽くなる

体重50 kgの人なら
250g もお得！

えんしんりょく
遠心力

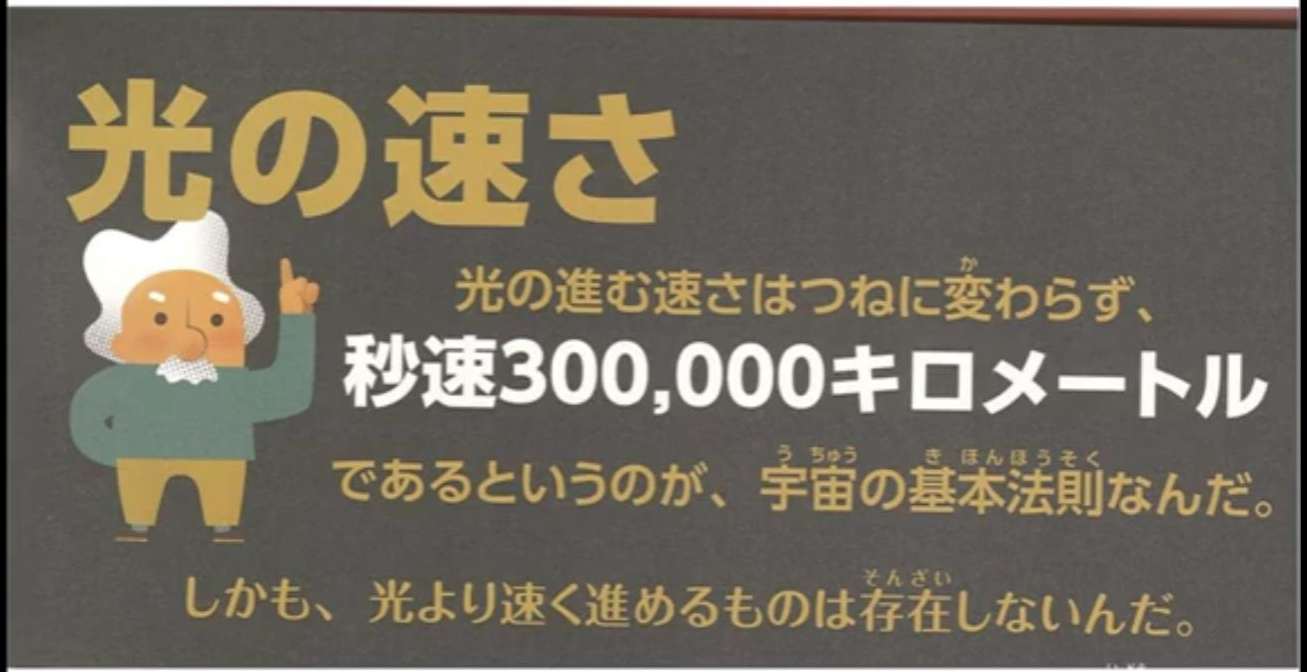
たいふう　　きたはんきゅう　　ひだりま

台風は北半球では左巻き

ひかり　せいしつ

光の性質

ひかり　はや
光の速さ

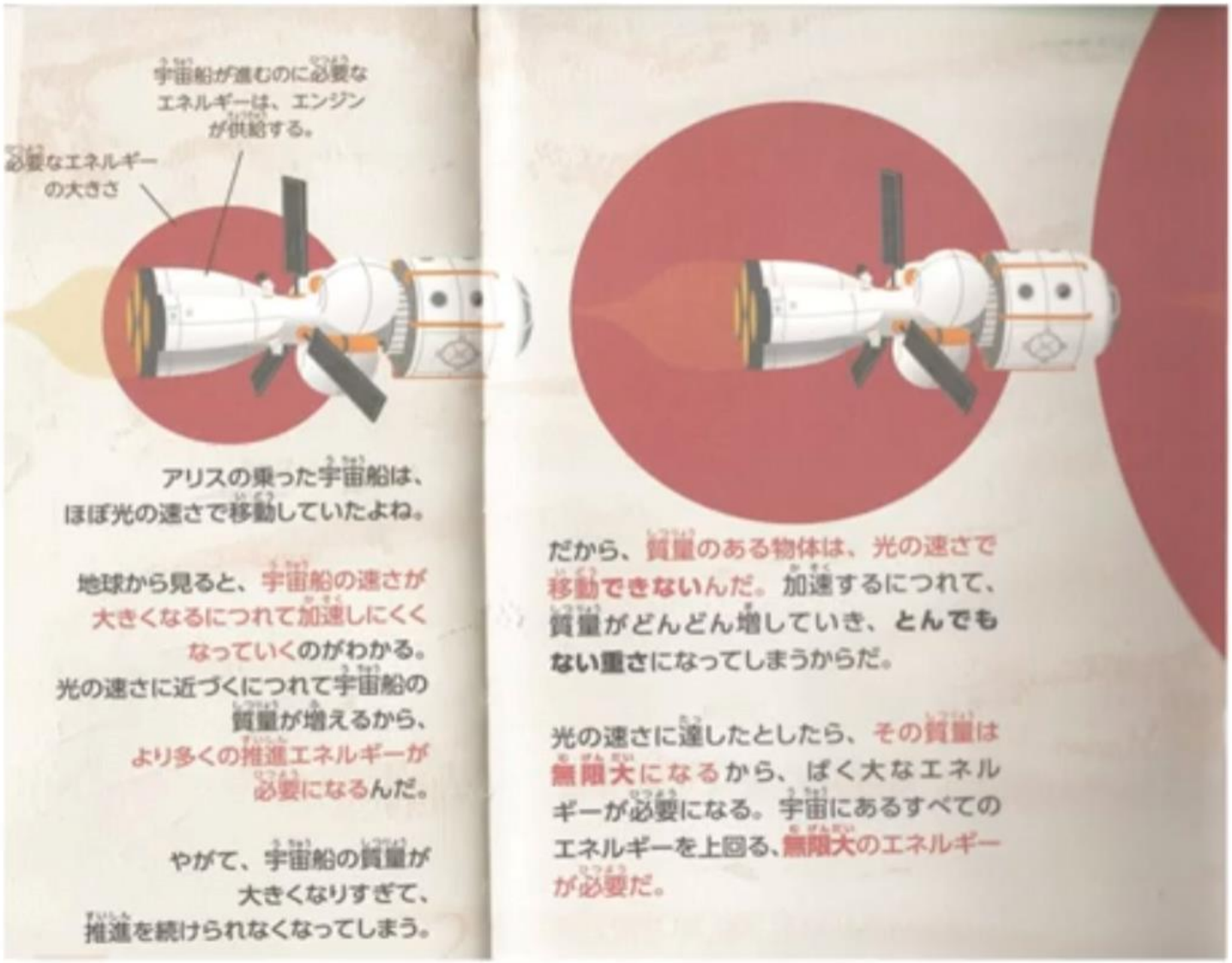

光の速さ
光の進む速さはつねに変わらず、
秒速300,000キロメートル
であるというのが、宇宙の基本法則なんだ。
しかも、光より速く進めるものは存在しないんだ。

■ 16 歳のときの疑問

光のはやさで飛べることができたら，自分の目の前に置いた鏡に自分の顔が映るのだろうか？ 16 歳のときに，ふと考えたこの疑問が，10 年後に相対性理論となる．

図 12: 光のはやさで飛べることができたら，自分の目の前に置いた鏡に自分の顔が映るのだろうか？

その3　速く移動するほど質量はふえる



アリスの乗った宇宙船は、ほぼ光の速さで移動していたよね。

地球から見ると、宇宙船の速さが大きくなるにつれて加速しにくくなっていくのがわかる。光の速さに近づくにつれて宇宙船の質量が増えるから、より多くの推進エネルギーが必要になるんだ。

やがて、宇宙船の質量が大きくなりすぎて、推進を続けられなくなってしまう。

だから、質量のある物体は、光の速さで移動できないんだ。加速するにつれて、質量がどんどん増していき、**とんでもない重さ**になってしまうからだ。

光の速さに達したとしたら、その質量は無限大になるから、ばく大なエネルギーが必要になる。宇宙にあるすべてのエネルギーを上回る、無限大のエネルギーが必要だ。

まともなニュートンが言ったこと

止まっているものを動かす、動いているものを止めるためには力が必要。

力　質量 加速度

$$F = ma$$

その2

物体に力を加えると、加速度が生じ、その加速度の大きさは力の大きさに比例し、物体の質量に反比例する

その4　質量とエネルギーは等価である

エネルギ　質量

$$E = mc^2$$

光の速さ

20 グラムの消しゴムが全てエネルギーになると？

$$E = 20\times10^{-3}\times\left(3\times10^{8}\right)^2$$

$$= 1.8\times10^{15} \quad [J]$$

その4　質量とエネルギーは等価である

エネルギ　質量

$$E = mc^2$$

光の速さ

20 グラムの消しゴムが全てエネルギーになると？

$$E = 20\times10^{-3}\times\left(3\times10^{8}\right)^2$$

$$=1.8\times10^{15}\quad [J]$$

すいそばくだん
水素爆弾の

エネルギー

ひってき
に匹敵

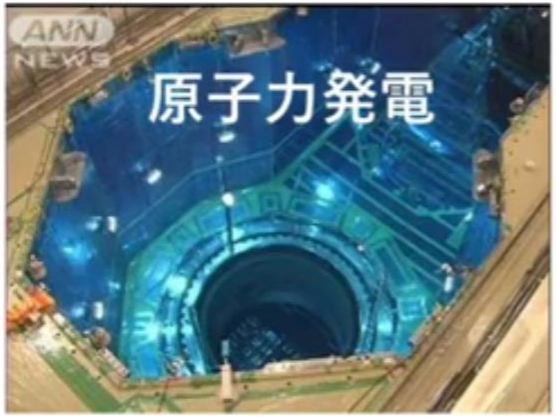
エネルギ

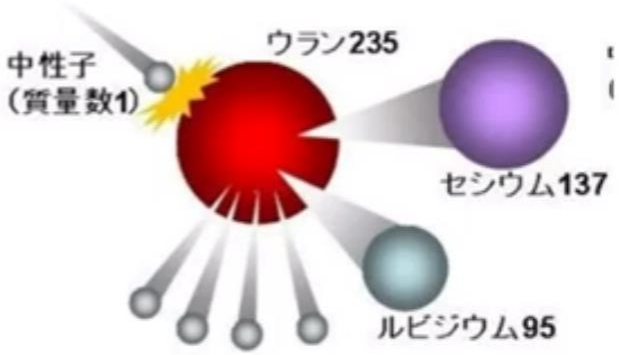
$$E = mc^2$$

質量

光の速さ

が使われているところ





ウランが割(わ)れてセシウムとルビジウムになるが、セシウムとルビジウムの質量(しつりょう)を合わせてもウランの質量(しつりょう)にはならず、少(すこ)し足(た)りない

時速100キロで走る車から進行方向と逆に時速100キロのボールを投げたら？

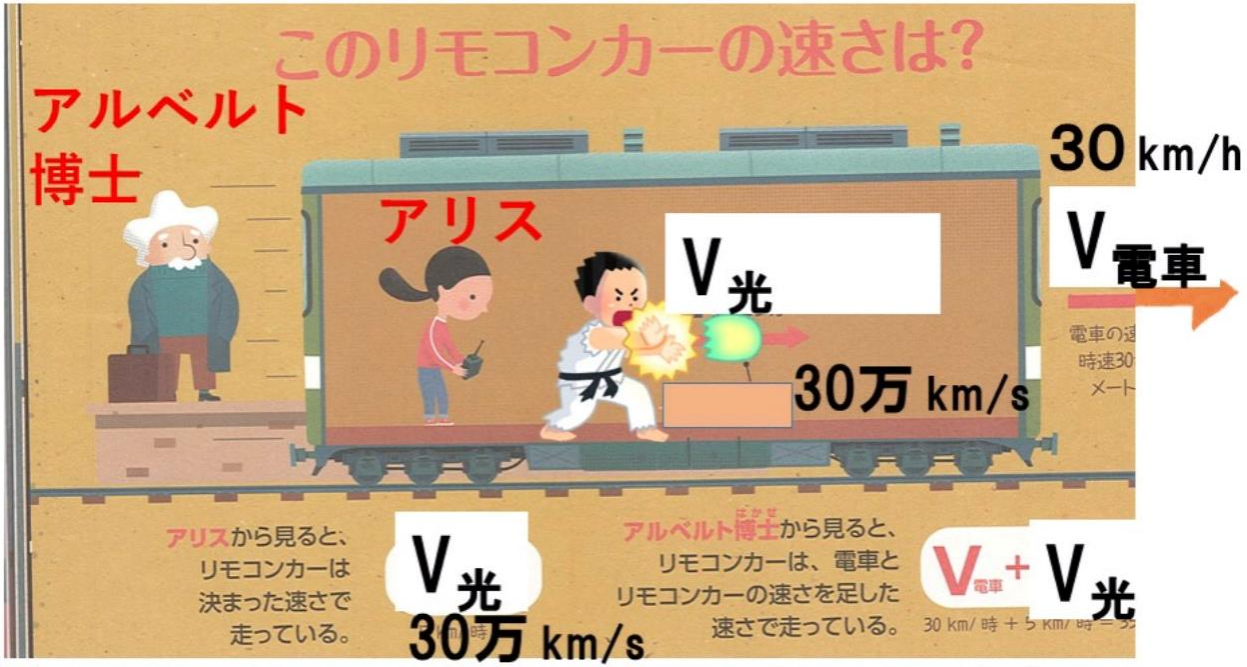
アインシュタインの活躍の少し前、光の不思議さが、さかんに研究されていた

速さが速すぎてうまく測れない！

光には質量が無いらしい！

どんな座標系でも速度が変わらない！

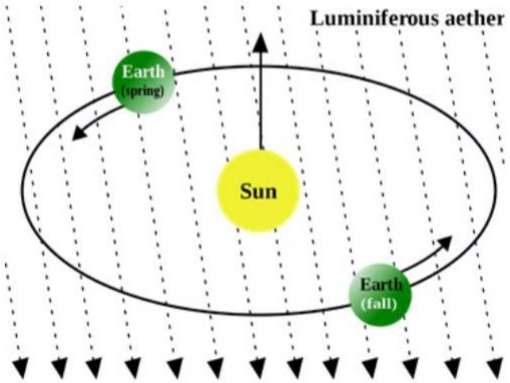
光はリモコンカーと違う！

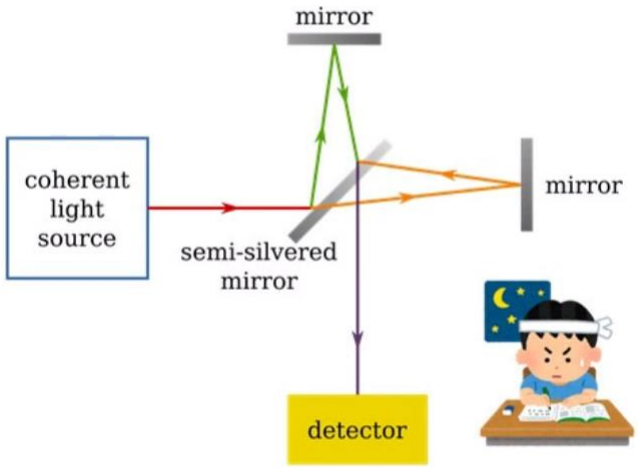


電車の中にいるアリスには光の秒速は 30万km/s に見える

ホームにいる博士には光の秒速は 30万km/s+電車の速度に見えるはず

マイケルソン・モーリーの実験（じっけん）

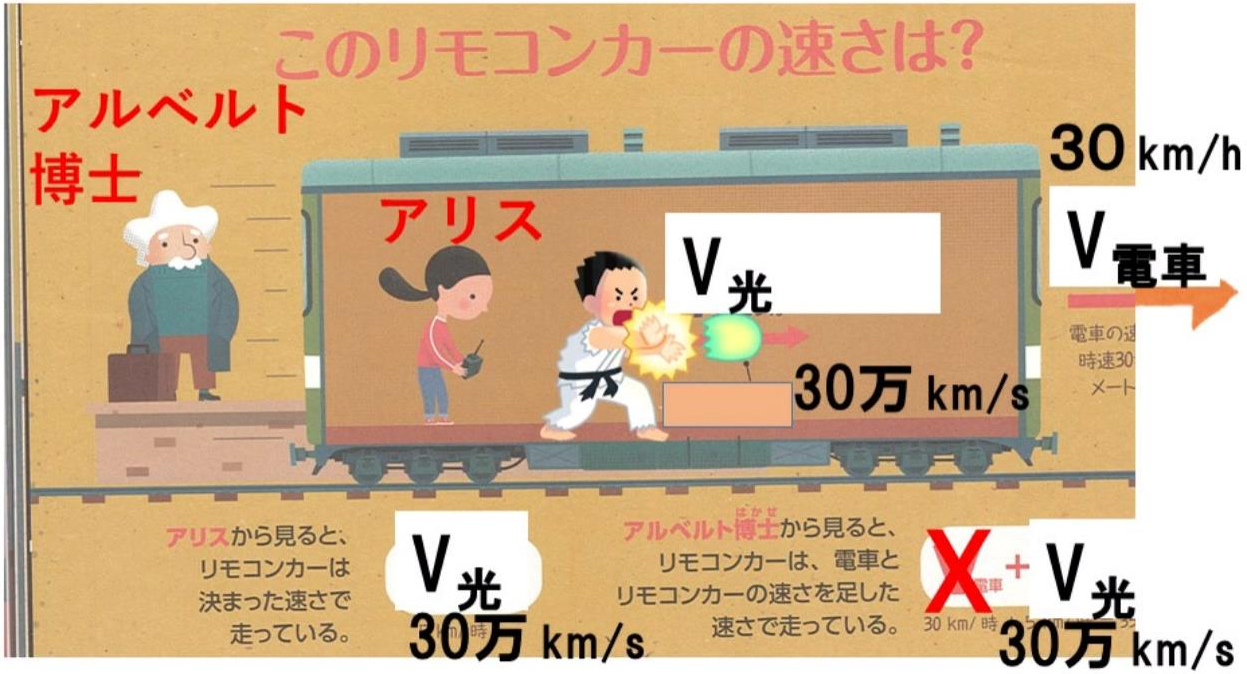




どっちの光が早くつくかな？

どんな方向に向けても、同時に到着した

でもそうはならない



博士にも光の秒速は 30万km/sに見える

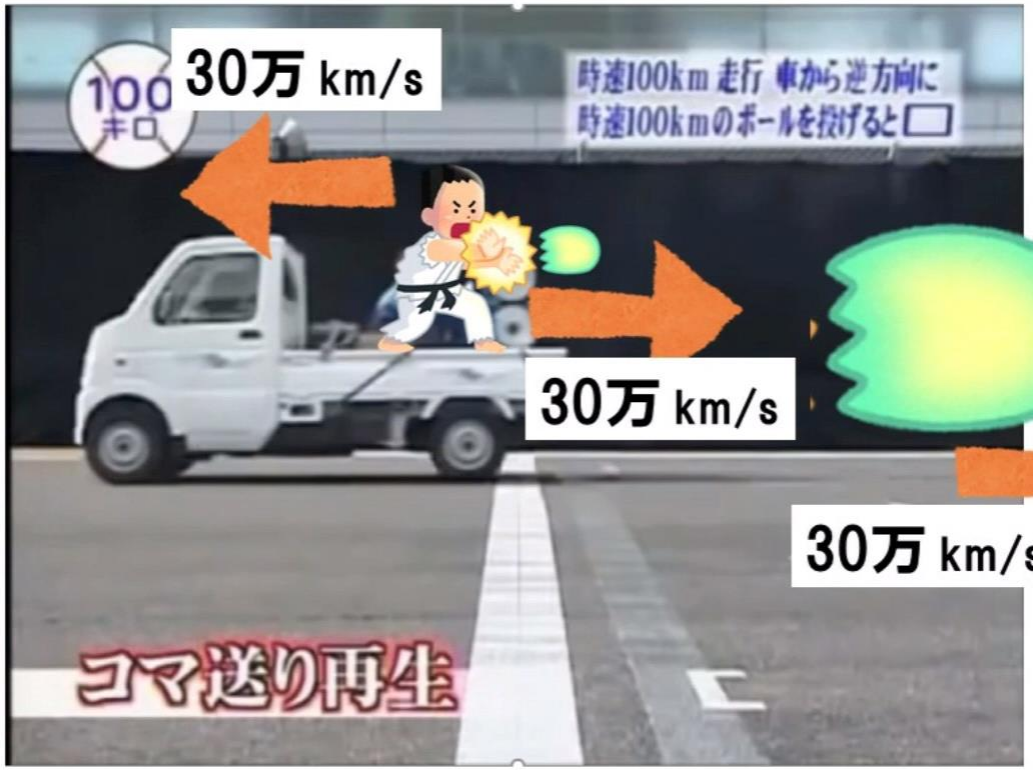
光の速さ（真空中の）

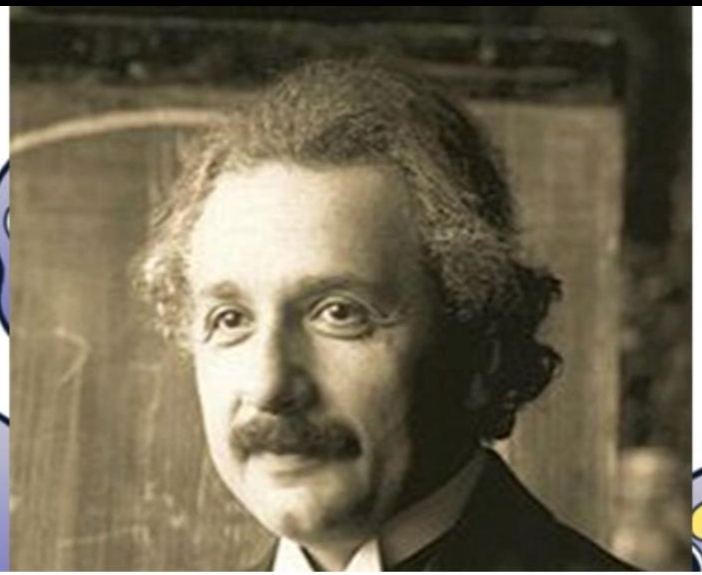
光の進む速さはつねに変わらず、
秒速300,000キロメートル
であるというのが、宇宙の基本法則なんだ。

しかも、光より速く進めるものは存在しないんだ。

光の速度を世界で最初に測定したのは、17世紀にデンマークの天文学者オーレ・レーマーである34。その後、多くの学者の研究や実験を経て、現在の値に近づいた

マクスウェルの方程式と光の電磁理論、科学への貢献が高まっていたので、 1861年に王立学会に参加することができました。 彼は1871年にケンブリッジのキャベンディッシュ研究所の所長に任命されました。当時電磁波は、発見されておりません。

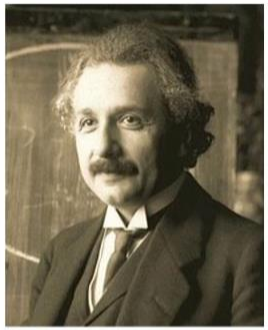

100キロ
30万 km/s
時速100km 走行 車から逆方向に
時速100kmのボールを投げると□
30万 km/s
30万 km/s
コマ送り再生



そうだ！　光の速さが常に一定に
なるためには、空間が縮んだり、
時間が遅く進めばつじつまがあう！

とくしゅそうたいせいりろん

特殊相対性理論（1905年 31ページ）

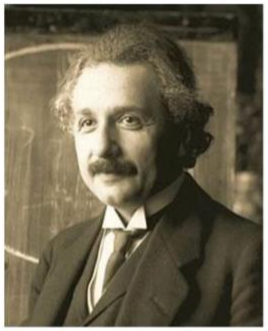


3. *Zur Elektrodynamik bewegter Körper; von A. Einstein.*

Daß die Elektrodynamik Maxwells — wie dieselbe gegenwärtig aufgefaßt zu werden pflegt — in ihrer Anwendung auf bewegte Körper zu Asymmetrien führt, welche den Phänomenen nicht anzuhaften scheinen, ist bekannt. Man denke z. B. an die elektrodynamische Wechselwirkung zwischen einem Magneten und einem Leiter. Das beobachtbare Phänomen hängt hier nur ab von der Relativbewegung von Leiter und Magnet, während nach der üblichen Auffassung die beiden Fälle, daß der eine oder der andere dieser Körper der bewegte sei, streng voneinander zu trennen sind. Bewegt sich nämlich der Magnet und ruht der Leiter, so entsteht in der Umgebung des Magneten ein elektrisches Feld von gewissem Energiewerte, welches an den Orten, wo sich Teile des Leiters befinden, einen Strom erzeugt. Ruht aber der Magnet und bewegt sich der Leiter, so entsteht in der Umgebung des Magneten kein elektrisches Feld, dagegen im Leiter eine elektromotorische Kraft, welcher an sich keine Energie entspricht, die aber — Gleichheit der

とくしゅそうたいせいりろん

特殊相対性理論（1905年 31ページ）



II. Eektrodynamischer Teil.

§ 6. Transformation der Maxwell-Hertzschen Gleichungen für den leeren Raum. Über die Natur der bei Bewegung in einem Magnetfeld auftretenden elektromotorischen Kräfte.

Die Maxwell-Hertzschen Gleichungen für den leeren Raum mögen gültig sein für das ruhende System K, so daß gelten möge:

$$\frac{1}{V}\frac{\partial X}{\partial t} = \frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial z}, \quad \frac{1}{V}\frac{\partial L}{\partial t} = \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y},$$

$$\frac{1}{V}\frac{\partial Y}{\partial t} = \frac{\partial L}{\partial z} - \frac{\partial N}{\partial x}, \quad \frac{1}{V}\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z},$$

$$\frac{1}{V}\frac{\partial Z}{\partial t} = \frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial y}, \quad \frac{1}{V}\frac{\partial N}{\partial t} = \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x},$$

wobei (X, Y, Z) den Vektor der elektrischen, (L, M, N) den der magnetischen Kraft bedeutet.

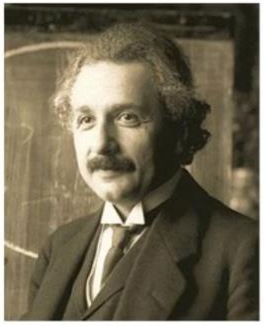
Wenden wir auf diese Gleichungen die in § 3 entwickelte Transformation an, indem wir die elektromagnetischen Vorgänge auf das dort eingeführte, mit der Geschwindigkeit v bewegte Koordinatensystem beziehen, so erhalten wir die Gleichungen:

$$\frac{1}{V}\frac{\partial X}{\partial \tau} = \frac{\partial \beta\left(N - \frac{v}{V}Y\right)}{\partial \eta} - \frac{\partial \beta\left(M + \frac{v}{V}Z\right)}{\partial \zeta},$$

$$\frac{1}{V}\frac{\partial \beta\left(Y - \frac{v}{V}N\right)}{\partial \tau} = \frac{\partial L}{\partial \zeta} - \frac{\partial \beta\left(N - \frac{v}{V}Y\right)}{\partial \xi},$$

くしゅそうたいせいりろん
時速100キロで走る車から進行方向と逆に時速100キロのボールを投げたら？

特殊相対性理論（1905年 31ページ）



$$\text{Longitudinale Masse} = \frac{\mu}{\left(\sqrt{1-\left(\frac{v}{V}\right)^2}\right)^3},$$

$$\text{Transversale Masse} = \frac{\mu}{1-\left(\frac{v}{V}\right)^2}.$$

Natürlich würde man bei a[illegible]finition der Kraft und der Beschleunigung ande[illegible]sen erhalten; man ersieht daraus, daß [illegible]hung verschiedener Theorien der [illegible]ehr vorsichtig verfahren muß.

Wir bemerken, da[illegible]e auch für die ponderabeln m[illegible]n ponderabler materieller Pu[illegible] *beliebig kleinen* elektrischen La[illegible]nserem Sinne) gemacht werden.

Gleichungen:

$$\frac{1}{V}\frac{\partial X}{\partial \tau} = \frac{\partial \beta\left(N - \right.}{\partial \eta} \quad -,$$

$$\frac{1}{V}\frac{\partial \beta\left(Y - \frac{v}{V}N\right)}{\partial \tau} = \frac{\partial L}{\partial \zeta} \quad -\frac{\partial \beta\left(N - \frac{v}{V}Y\right)}{\partial \xi},$$

光速を基準とした新しい
理論が出来るのでは？

「光速度不変の原理」
↓
相対性理論

「光の速度を絶対的な基準にすればいい。」
これは光速度不変の原理と呼ばれ、
この原理を基にして生まれた理論が相対性理論なのです。

4分ちょっとでわかる!?
相対性理論
時計
光を出す装置
3:44

4分ちょっとでわかる!?
相対性理論
時計
光を出す装置
3:44

4分ちょっとでわかる!?
相対性理論
1秒
時計
光を出す装置
3:41

4分ちょっとでわかる!?
相対性理論
地球
3:31

4分ちょっとでわかる!?
相対性理論
光の先端がナナメに見える
3:14

4分50秒でわかる　相対性理論
後で見る
共有
宇宙船
地球
ビデオ プレーヤー
3:11
1:54 / 5:06
YouTube

宇宙船
2つを同時にスタート
地球
3:03

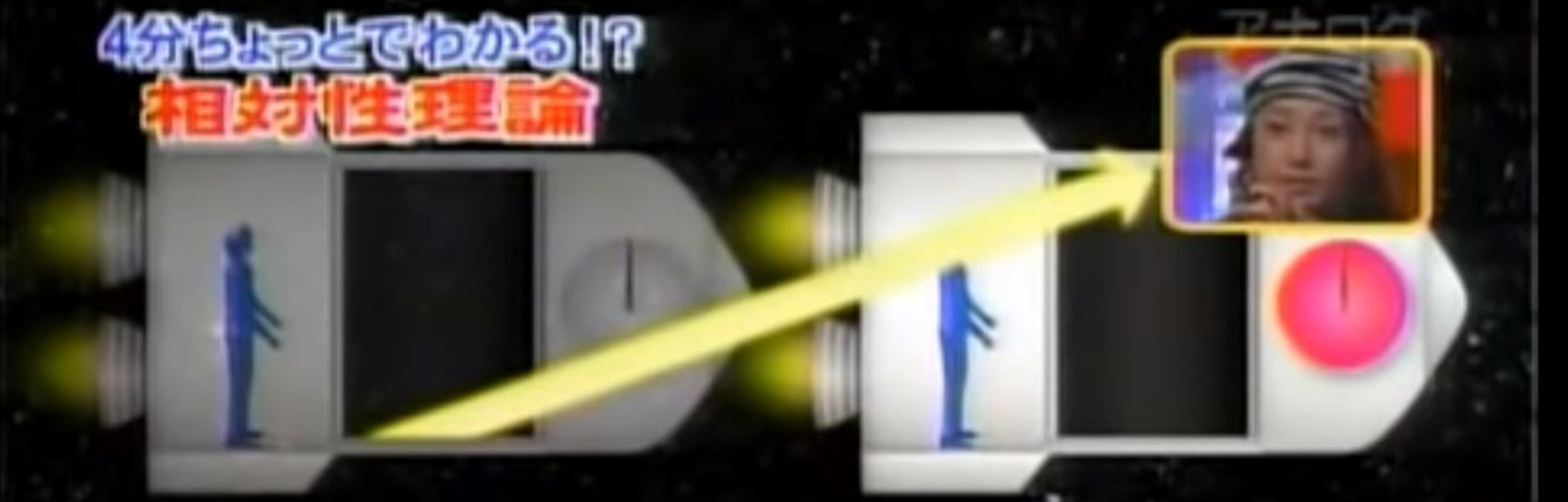
宇宙船
STOP!
地球
2:51

宇宙船
1秒たっている
光が天井に到着
地球
2:45

宇宙船内
同じ速さで
同じ距離を進んだ
地球

宇宙船内
まだ1秒たっていない
1秒たった
地球

4分ちょっとでわかる!?
相対性理論

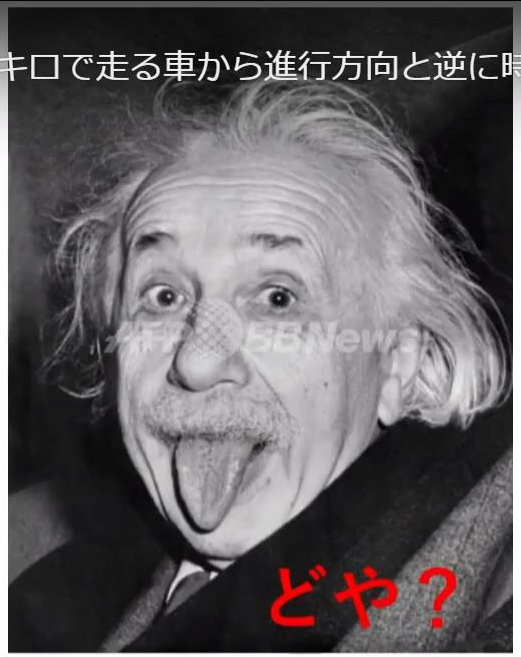


相対性理論

移動する物体の時間はゆっくり流れる

2:08

時速100キロで走る車から進行方向と逆に時速100キロのボールを投げたら？



時速100キロで走る車から進行方向と逆に時速100キロのボールを投げたら？

双子のパラドックス

その1　速く移動するほど時間はおくれる

ウーキー族

最高速度は光速の1.5倍超高速によるワープ航行が可能だが、実は光の速さよりも速く飛ぶことができる。 最高速度は光速の1.5倍といわれており、人知を超えたスピードで銀河系を移動できる能力がある。

双子(ふたご)のパラドックス

その1　速(はや)く移動(いどう)するほど時間(じかん)はおくれる

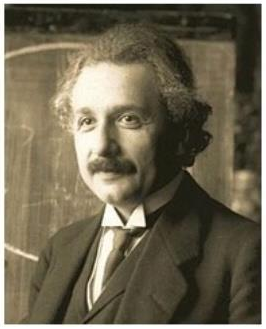
ウーキー族

双子(ふたご)のパラドックス

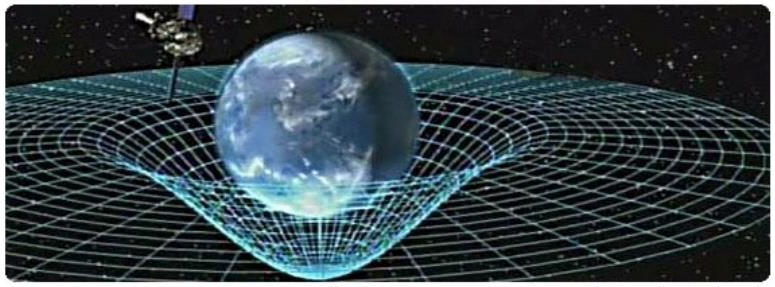
その1　速(はや)く移動(いどう)するほど時間(じかん)はおくれる

ウーキー族

いっぱんそうたいせいりろん
一般相対性理論



とくしゅそうたいせいりろん　じゅうりょく　　じくうかん
特殊相対性理論を重力のある時空間へ拡張(かくちょう)した理論(りろん)



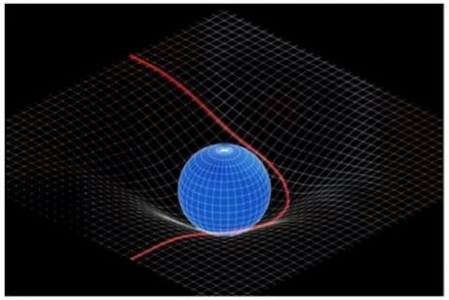
https://dictionary.hatenadiary.jp/entry/2018/09/08/000000

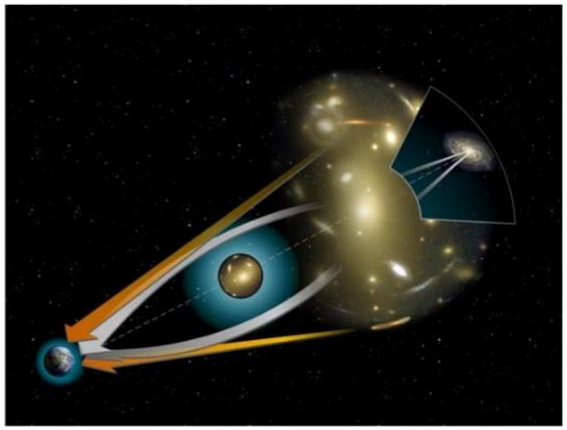
じゅうりょく くうかん
重力は空間のゆがみによって生じる

しつりょう
質量の大きいものほど、ゆがみも大きい

じゅうりょく　　こうか
重力レンズ効果

ひかり　くうかん　　そ
光は空間のゆがみに沿ってすすむ



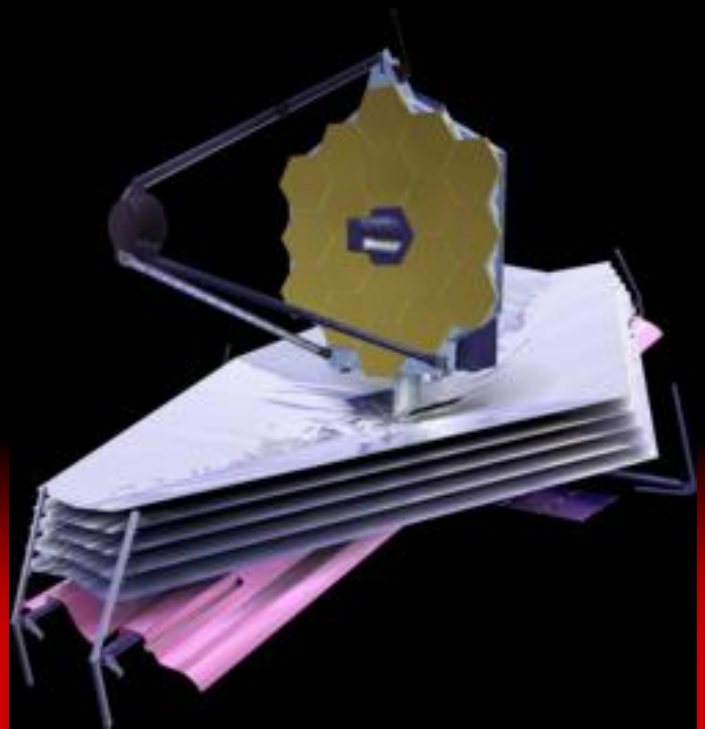


ほし　うし　がわ　　ほんらい
このため、星の後ろ側にあって本来は

み　　てんたい　み
見えないはずの天体が見える

Gravitational Lens in Galaxy Cluster Abell 1689
HUBBLESITE.org

ハッブル宇宙望遠鏡
ジェームズウェッブ
宇宙望遠鏡



あるらしい！

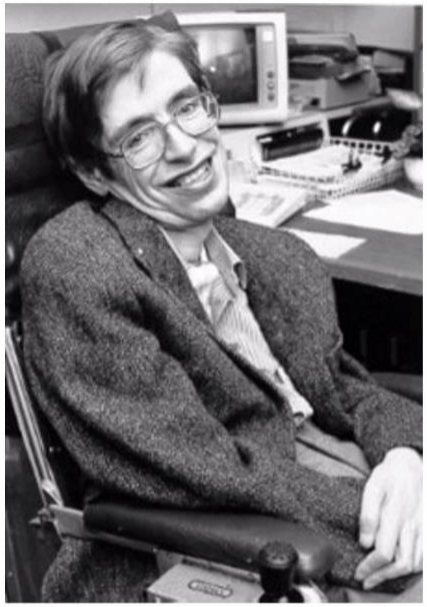
2019年に撮影（さつえい）に成功（せいこう）！！

※国立天文台などの国際チームの資料を基に作成

https://www.sankei.com/life/news/190602/lif1906020001-n1.html

ブラックホールの中

この先がどうなっているのかは良く分かっていない



スティーヴン・ウィリアム・ホーキング（1942年- 2018年）

ブラックホール

ものすごく大きな質量が非常に小さい空間に集中すると空間のひずみが極端に大きくなる

光ですら脱出することができない＝見えない

ほんまにそんなもん、あるんけ？

ブラックホールの中

のみ込まれた物質や光はブラックホールの外に脱出できない

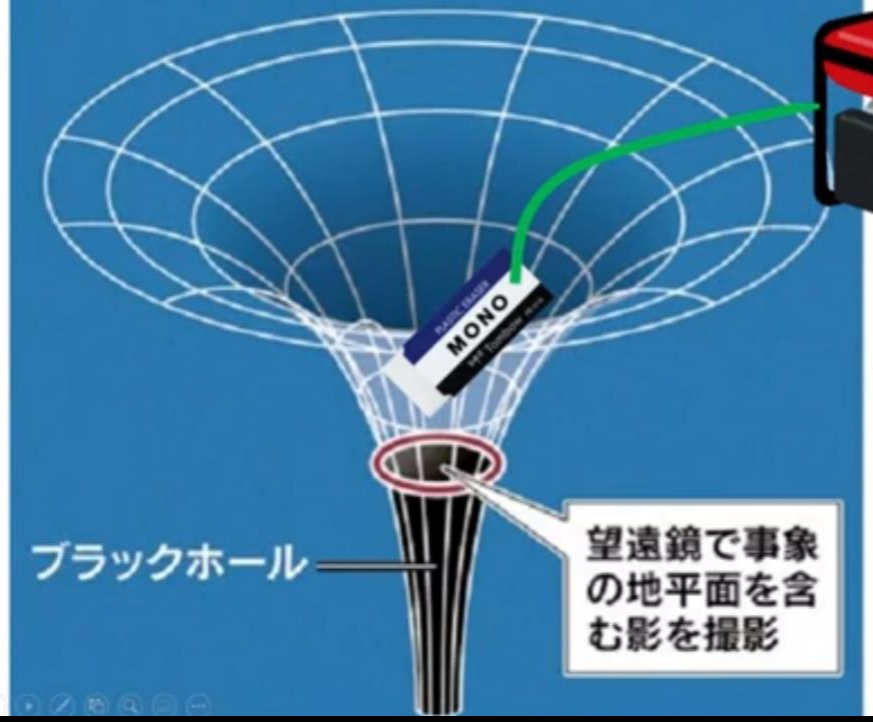
ブラックホ

ム・
018年）

この
るのかは長く分かって
いない

ブラックホールにゴミを捨てたらいいんじゃね？

のみ込まれた物質や光はブラックホールの外に脱出できない



はつでんき
発電機

$$E = mc^2$$

ブラックホールにゴミを捨てたらいいんじゃね？

光速度不変の原理は，どんな光でもなりたつか？

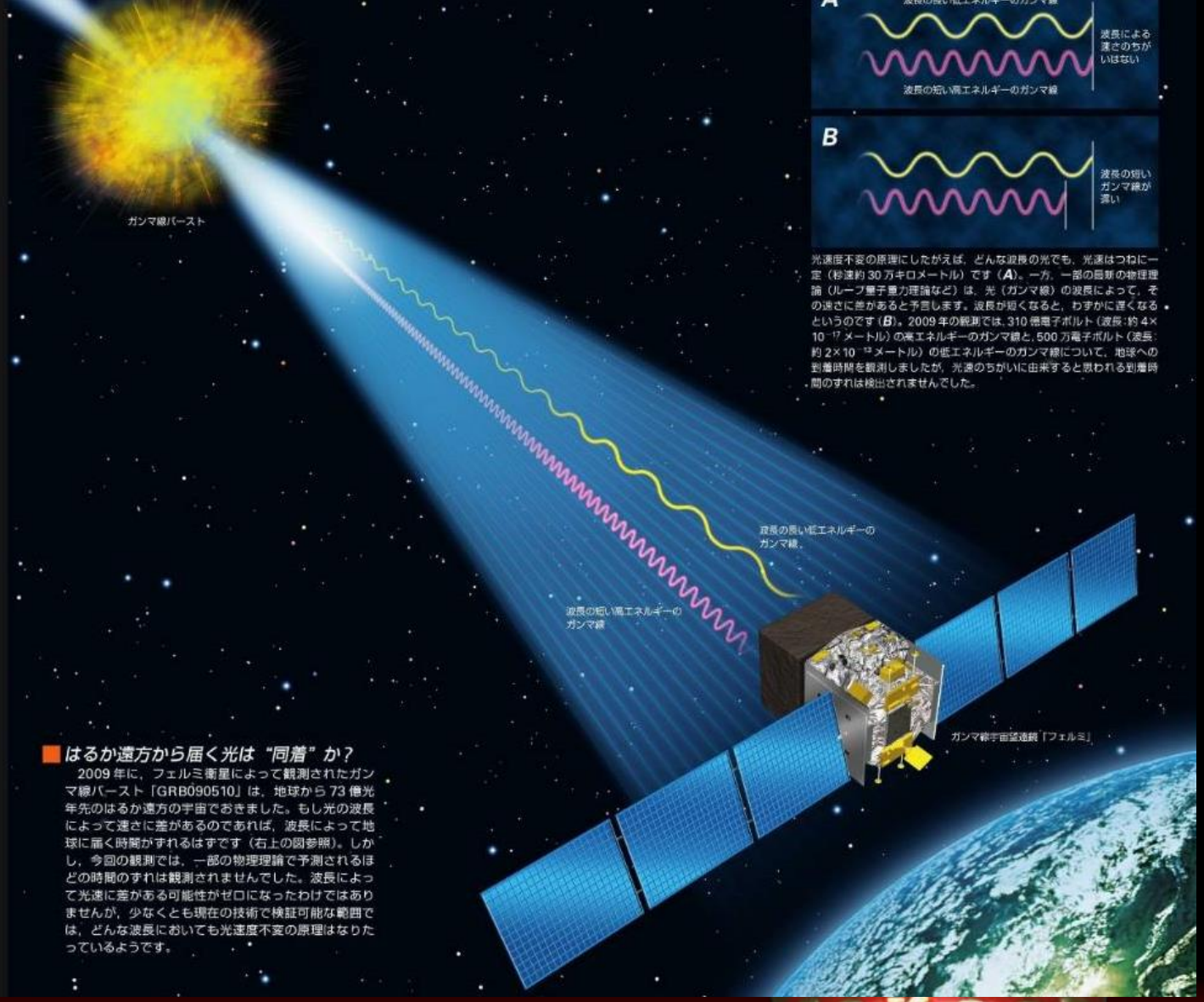
光速度不変の原理では，真空中の光（電磁波）の速さは，可視光でも電波でもX線でも，波長にかかわらずつねに秒速約30万キロメートルです。ところが物理学の最先端の研究において，一部の研究者は，この光速度不変の原理に「例外」があるのではないか，という可能性を指摘しています。それは，光（電磁波）の波長によって，真空中の光速が変化する可能性です。

もし光速が変化するとしても，きわめて波長の短い高エネルギーの光がおこす，きわめてわずかな変化であるため，地上の実験で観測することは不可能です。この変化を確かめる唯一といってよい方法が，遠方の宇宙でおきる「ガンマ線バースト」を観測することです。

ガンマ線バーストは，きわめて高密度な星どうしの衝突などによっておきる大爆発です。爆発のとき，さまざまな波長の光（電磁波）が，ほぼ同時に発せられます。このとき，波長が短く，高エネルギーの電磁波である「ガンマ線」も発せられます。ことなる波長のガンマ線の速さに，わずかでもちがいがあれば，地球へやってくるまでにそのちがいが蓄積し，地球への到着時刻がちがってくるはずです。

2009年，JAXA（宇宙航空研究開発機構）や広島大学，東京工業大学などの合同研究チームは，NASA（アメリカ航空宇宙局）のガンマ線宇宙望遠鏡「フェルミ」を使い，ガンマ線バーストを観測しました。研究チームの結論は，「一部の理論が予測するような到着時間のずれはみられない」というものでした。つまり，波長がちがっても，光速度不変の原理はなりたっていたのです。

これまでのところ，光速度不変の原理，つまり相対性理論が破れているという“確実な証拠”は，得られていません。アインシュタインの理論の土台は，きわめて強固なようです。しかし，ニュートンの理論がアインシュタインによって修正されたように，アインシュタインの理論が今後も安泰である保証はありません。多くの物理学者たちが，“アインシュタインの理論をこえる理論”を求めて，日夜，闘いつづけています。



光速度不変の原理にしたがえば，どんな波長の光でも，光速はつねに一定（秒速約30万キロメートル）です（**A**）。一方，一部の最新の物理理論（ループ量子重力理論など）は，光（ガンマ線）の波長によって，その速さに差があると予言します。波長が短くなると，わずかに遅くなるというのです（**B**）。2009年の観測では，310億電子ボルト（波長：約4×10^{-17}メートル）の高エネルギーのガンマ線と，500万電子ボルト（波長：約2×10^{-13}メートル）の低エネルギーのガンマ線について，地球への到着時間を観測しましたが，光源のちがいに由来すると思われる到着時間のずれは検出されませんでした。

はるか遠方から届く光は“同着”か？

2009年に，フェルミ衛星によって観測されたガンマ線バースト「GRB090510」は，地球から73億光年先のはるか遠方の宇宙でおきました。もし光の波長によって速さに差があるのであれば，波長によって地球に届く時間がずれるはずです（右上の図参照）。しかし，今回の観測では，一部の物理理論で予測されるほどの時間のずれは観測されませんでした。波長によって光速に差がある可能性がゼロになったわけではありませんが，少なくとも現在の技術で検証可能な範囲では，どんな波長においても光速度不変の原理はなりたっているようです。

NPO法人「函館プラネタリウムの会」

未来をつくる子供たちに、科学の心を育もう

検索

次回の月例上映会は、10月21日（土）7時からです　函館プラネタリウムの会について　宇宙の旅スライドショー

次回の上映会は、2023年10月21日（土曜日）午後7時より　入門　みんなで話そう相対性理論

次回の上映会は、2023年10月21日（土曜日）午後7時より

投稿日時: 2023年10月10日 投稿者: murai

9月は、15人ほどお集まりいただけました。一応、ご参加される方は、マスク手洗いの徹底、よろしくお願いします。プラネタリウム館での上映を、ご理解のほどお願いします。

1，日時　2023年10月21日（土曜日）午後7時より。

2，場所　函館プラネタリウム館（函館市亀田中野町62

受付開始は6時30分です。
地図はこちらです。

3，上映プログラム

1，プラネタリウムプログラム「秋の星空」

2，観望会（土星,木星、ガリレオ衛星をみよう）

ご希望によって「入門、相対性理論について」

申込は下記アドレスからお願いします。
hakodateplanetarium@yahoo.co.jp（迷惑メール防止のため、送信する場合は、@を@に変えてお送りください。
——電話　0138-47-3163（みはら歯科矯正クリニック内事務局）

2023年10月

日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

« 9月

検索

TWITTER

Follow @hakopla | followers)

最近の投稿

- 次回の上映会は、2023年10月21日（土曜日）午後7時より
- 次回の上映会は、2023年8月19日（土曜日）午後7時より
- 次回の上映会は8月19日（土曜日）午後7時より
- 次回の上映会は、2023年7月15日（土曜日）午後7時より
- 次回の上映会は8月24日（土曜日）午後7時からです

最近のコメント

- 次回の月例上映会は、10月21日（土）7時からです に murai より
- ２０１２年８月１８日月例会について に 2013年　8月　28日（土曜）プラネタリウムは夏の星空です | NPO法人「函館プラネタリ

未来をつくる子供たちに、科学の心を育もう

小学生のための相対性理論と宇宙

ご清聴、ありがとうございました。