

平成 30 年 (2018 年) 度 西宮市生涯学習大学 宮水学園せいかつ講座 (6 月 14 日)

こんなところが物理学



真貝寿明 (大阪工業大学, 武庫川女子大学)

<http://www.oit.ac.jp/is/~shinkai/>

身の回りで見られる現象から宇宙まで, 1つの方程式で運動を表すことができる, というのが物理学の魅力です. 今年の夏に話題となる「火星の大接近」や「7月30日の皆既月食」の話を含め, 「光」の話を中心に物理学を紹介します.

参考資料: 『日常の「なぜ」に答える物理学』(真貝寿明, 森北出版, 2015)



1 2018年夏 注目の天体現象

火星15年ぶりの大接近

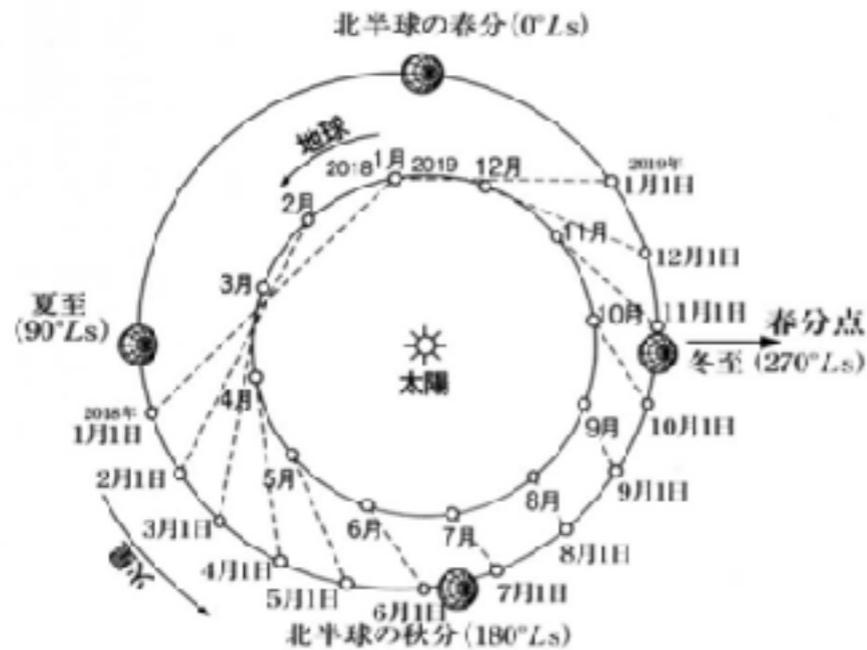


図1 2018年 地球と火星の位置

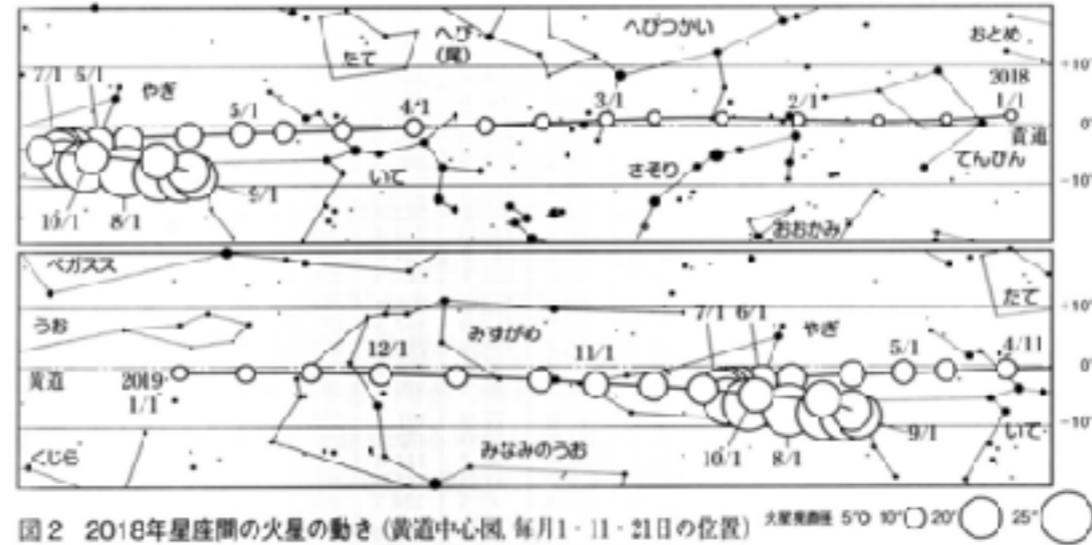


図2 2018年星座間の火星の動き (黄道中心図, 毎月1・11・21日の位置)

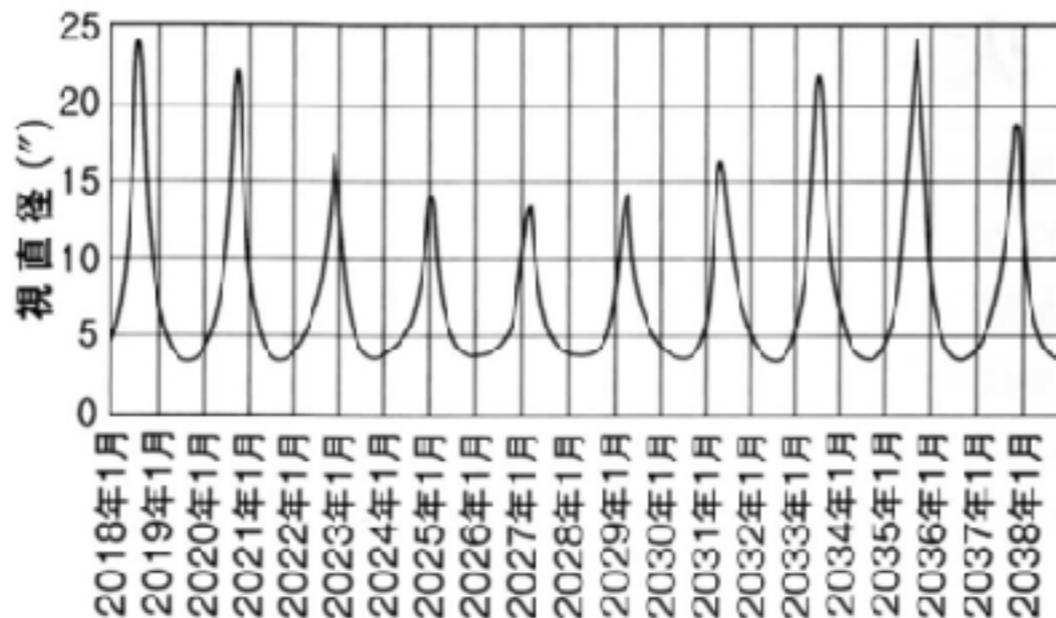
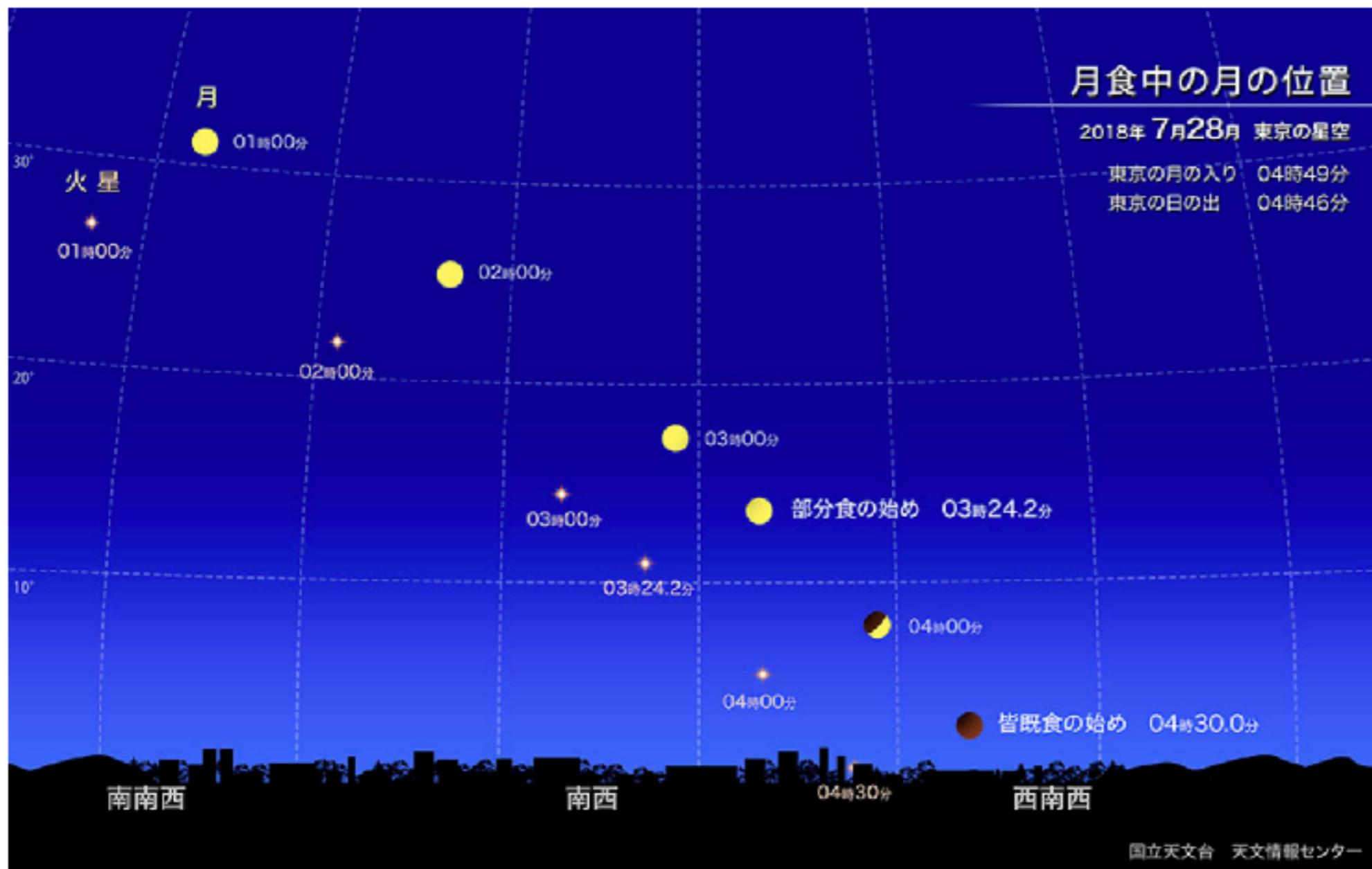


図3 火星の視直径の変化 (2018年～2038年)

図は『天文年鑑 2018』
(誠文堂新光社) より

7月28日日の出直前に 皆既月食



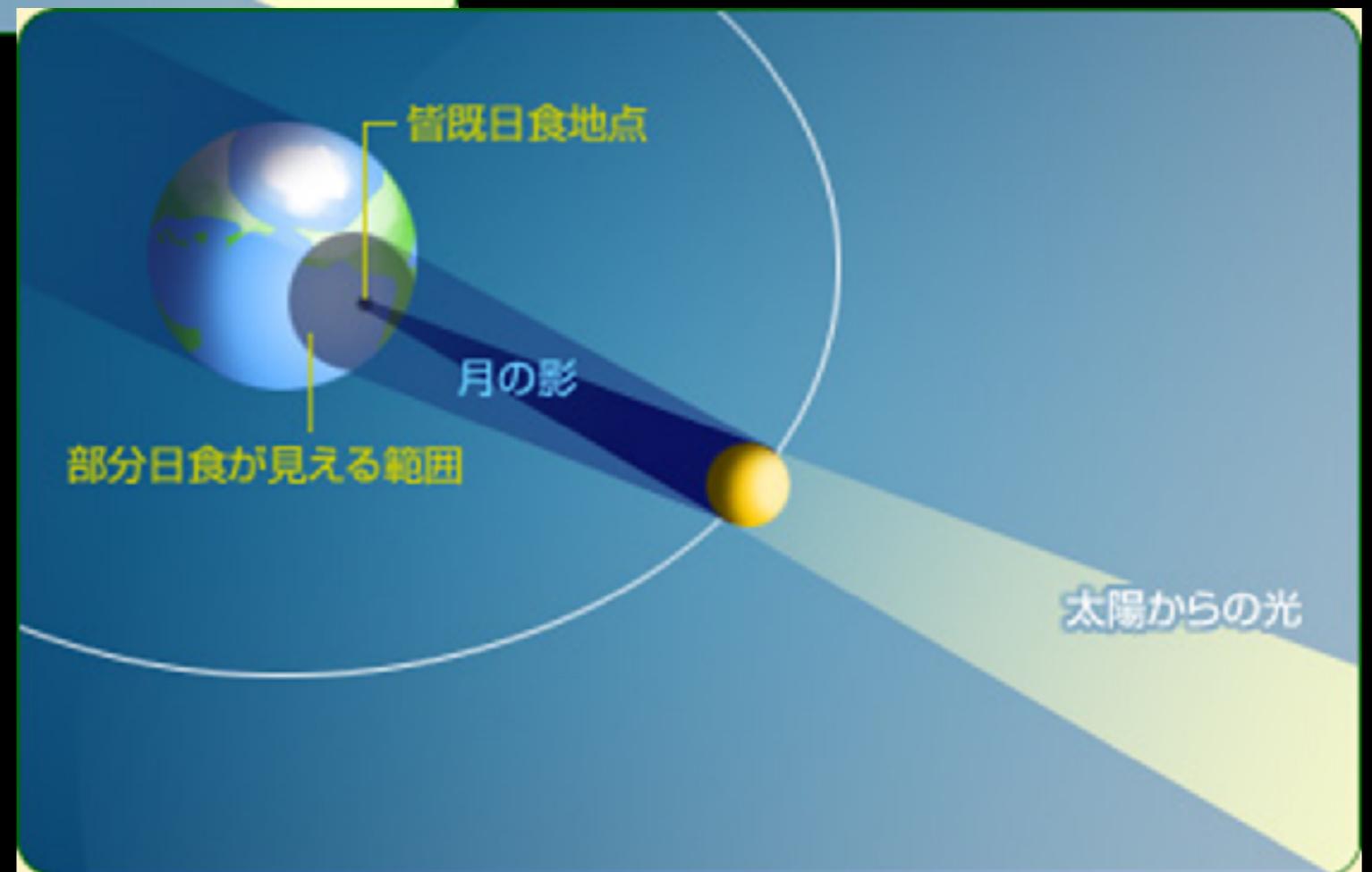
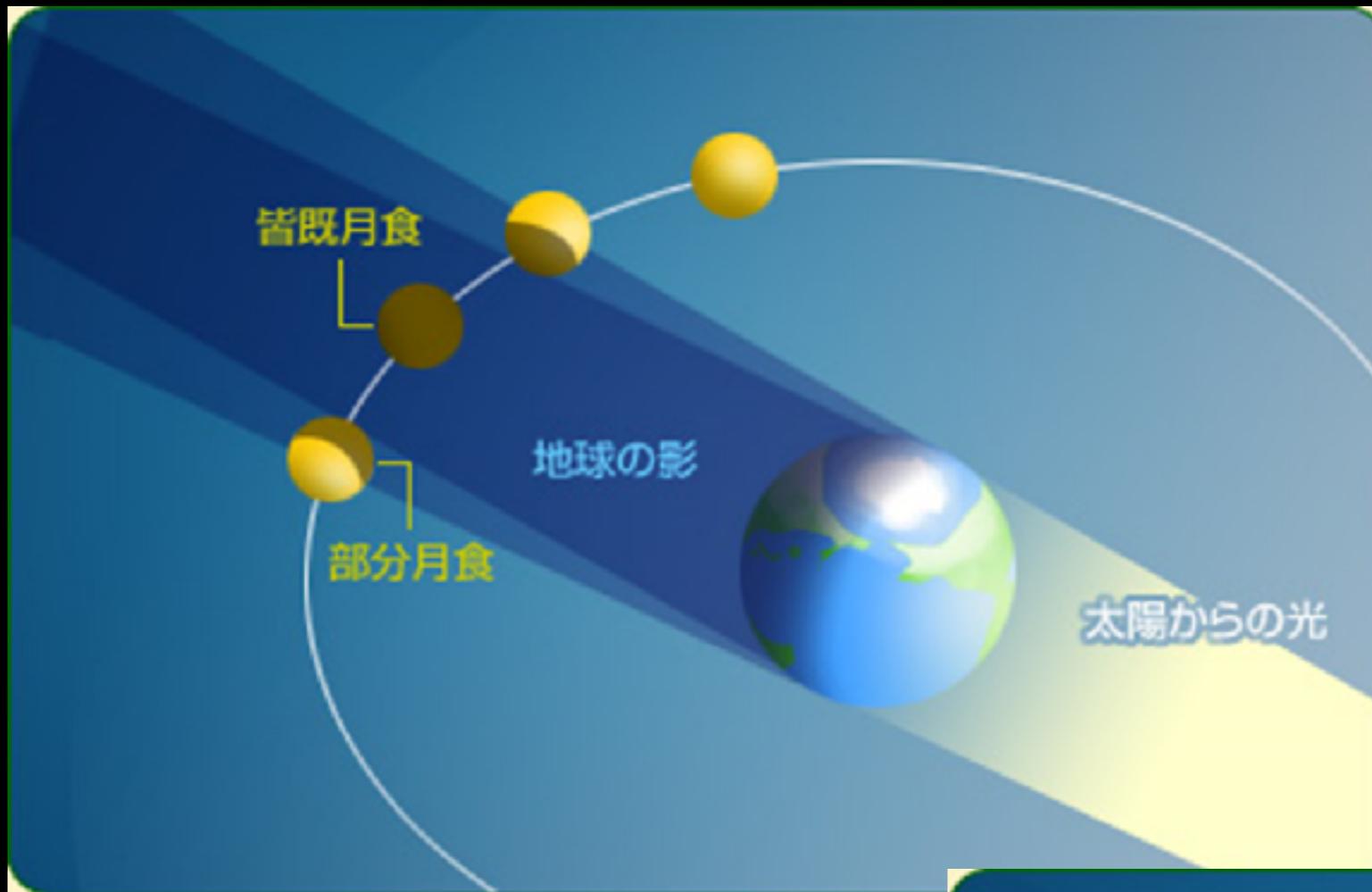
国立天文台の
ウェブページから

西宮市での皆既月食データ。(緯度:35.6500 度, 経度:139.7333 度)

日時		方向角[°]			月[°]		視半径["]				その他	
年月日	時刻	北極	極頂	天頂	高度	方位	半影	本影	月	角距離	食分	備考
2018/7/28	2 ^h 13.1 ^m	87	33	53	23.7	219.6	4271	2344	883	5154	0.000	半影食の始め
2018/7/28	3 ^h 24.2 ^m	89	43	45	13.6	233.1	4271	2344	883	3226	0.000	部分食の始め
2018/7/28	4 ^h 30.0 ^m	97	50	47	2.8	243.6	4272	2344	883	1461	1.000	皆既食の始め
2018/7/28	4 ^h 48.9 ^m	105	52	53	-0.2	246.3	4272	2344	883	972	1.277	月の入り

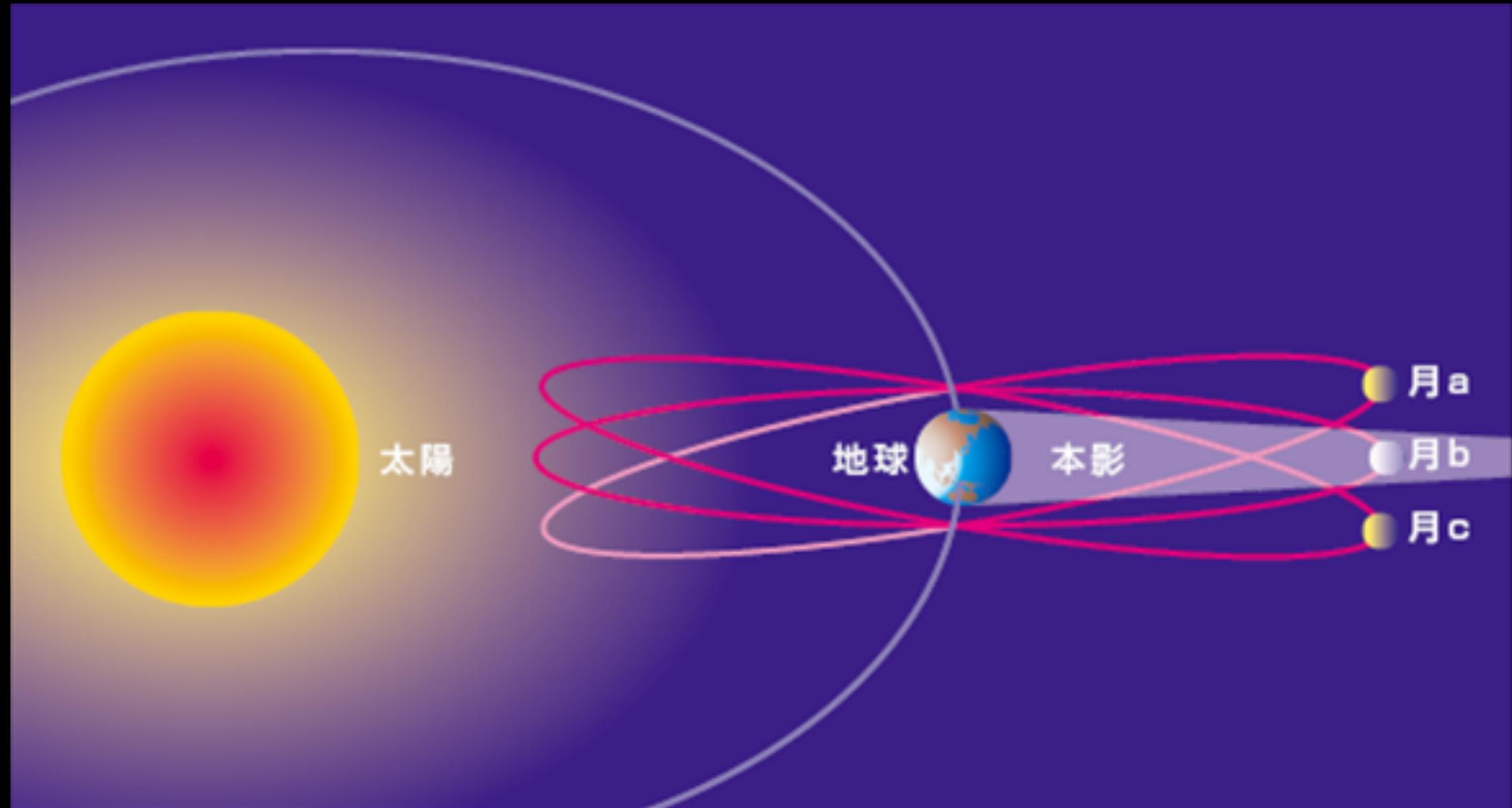
国立天文台の
ウェブページから

月食のしくみ



日食のしくみ

★日食・月食はなぜ毎月見られないのか？



月の軌道面が地球の公転面と5度傾いているから

8月中旬のペルセウス座流星群は最高

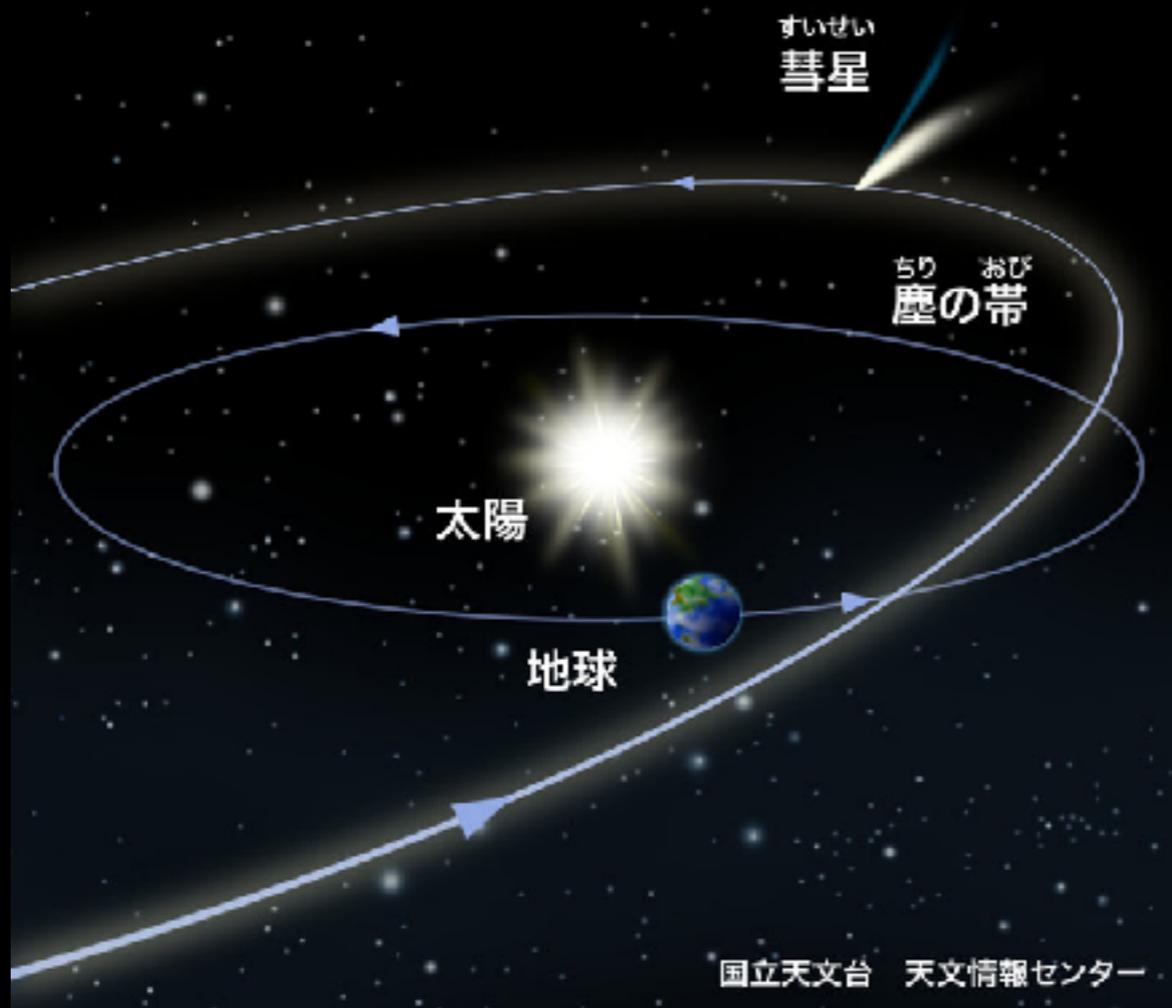
表1 主な流星群

流星群名	出現期間	極大		輻射点		予想 HR	極大日 の月齢 12 ^h (JST)	流星 性状	観測 条件
		時刻 (JST)	太陽黄経 (2000.0)	赤経 (2000.0)	赤緯 (2000.0)				
1 しぶんぎ座	1月 1日～ 1月 7日	1月 4日05時	283.15	230°	+49°	30	17	中～速	最悪
2 4月こと座	4月16日～ 4月25日	4月23日03時	32.32	271	+34	15	6	中～速	最良
3 みずがめ座 η	4月25日～ 5月20日	5月 6日17時	45.5	338	-1	10	20	速・痕	悪
4 みずがめ座 δ 南	7月15日～ 8月20日	7月30日20時	127.0	340	-16	7	17	中	最悪
5 やぎ座 α	7月10日～ 8月25日	7月30日20時	127.0	307	-10	3	17	緩	最悪
6 ペルセウス座	7月20日～ 8月20日	8月13日10時	140.0	48	+58	60	2	速・痕	最良
7 はくちょう座 κ	8月 8日～ 8月25日	8月18日15時	145.0	286	+59	5	7	緩	良
8 9月ペルセウス座 ε	9月 5日～ 9月17日	9月10日02時	166.7	60	+47	5	0	速・痕	最良
9 りゅう座	10月 5日～ 10月13日	10月 9日09時	195.4	262	+54	5	29	緩～中	最良
10 オリオン座	10月10日～ 11月 5日	10月22日02時	208.0	95	+16	15	13	速・痕	最悪
11 おうし座南	10月15日～ 11月30日	11月 6日	223	52	+15	3	28	緩	最良
12 おうし座北	10月15日～ 11月30日	11月13日	230	58	+22	5	5	緩	良
13 しし座	11月 5日～ 11月25日	11月18日08時	235.27	152	+22	15	10	速・痕	良
14 ふたご座	12月 5日～ 12月20日	12月14日21時	262.2	112	+33	70	7	中	最良
15 こぐま座	12月18日～ 12月24日	12月23日06時	270.7	217	+76	3	16	緩	最悪

すいせい

彗星の通ったところは

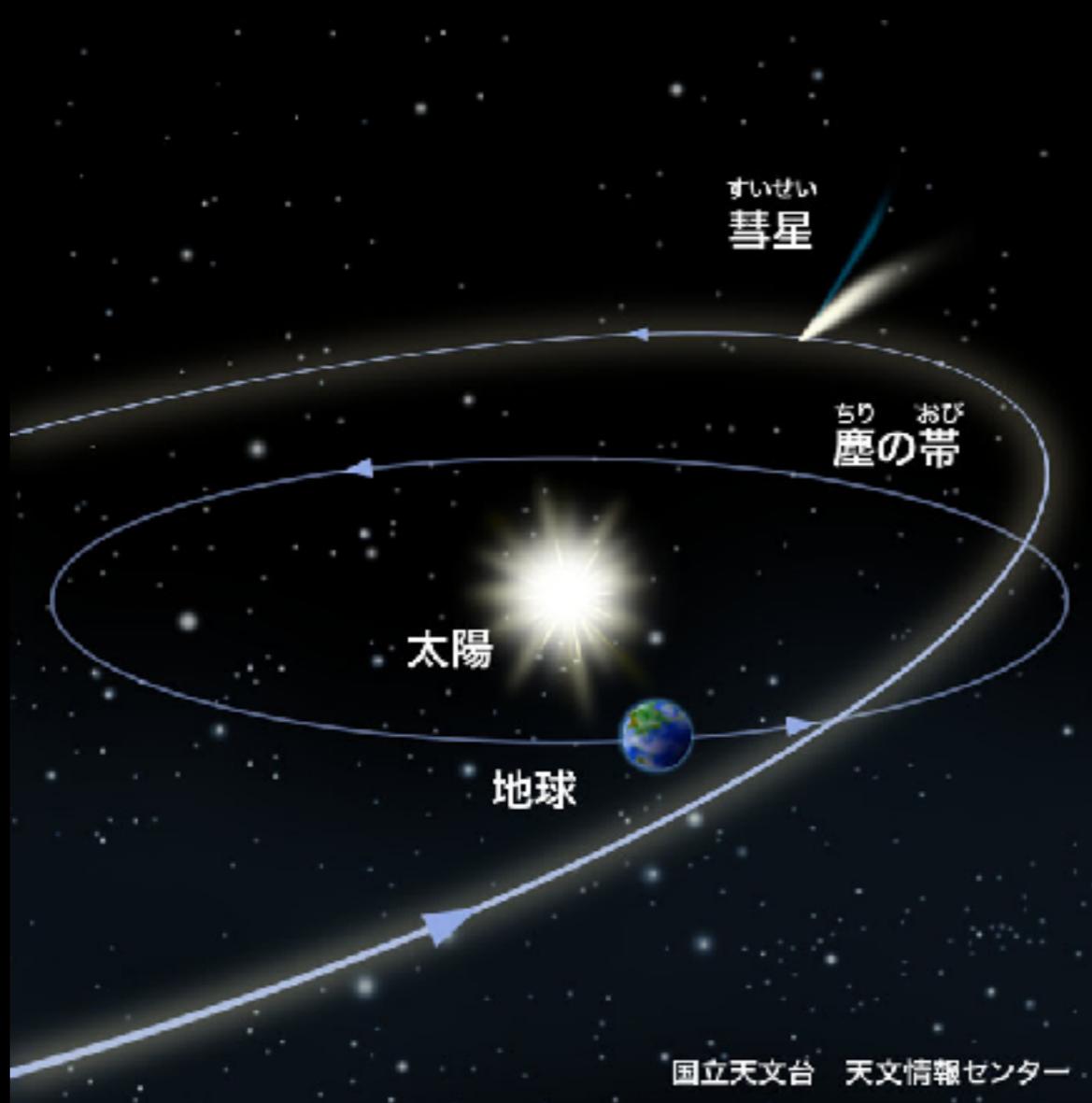
ちり・石がたくさん残る



地球が通ると、
流れ星になる

たくさんの流れ星が見える時期が決まっている！

流星群という



地球が通ると、
流れ星になる

8月12日~14日

ペルセウス座流星群

★1時間に30個以上

★2018年は月がない ◎



8月中旬のペルセウス座流星群は最高

表1 主な流星群

流星群名	出現期間	極大		輻射点		予想 HR	極大日 の月齢 12 ^h (JST)	流星 性状	観測 条件
		時刻 (JST)	太陽黄経 (2000.0)	赤経 (2000.0)	赤緯 (2000.0)				
1 しぶんぎ座	1月 1日～ 1月 7日	1月 4日05時	283.15	230°	+49°	30	17	中～速	最悪
2 4月こと座	4月16日～ 4月25日	4月23日03時	32.32	271	+34	15	6	中～速	最良
3 みずがめ座η	4月25日～ 5月20日	5月 6日17時	45.5	338	-1	10	20	速・痕	悪
4 みずがめ座δ南	7月15日～ 8月20日	7月30日20時	127.0	340	-16	7	17	中	最悪
5 やぎ座α	7月10日～ 8月25日	7月30日20時	127.0	307	-10	3	17	緩	最悪
6 ペルセウス座	7月20日～ 8月20日	8月13日10時	140.0	48	+58	60	2	速・痕	最良
7 はくちょう座κ	8月 8日～ 8月25日	8月18日15時	145.0	286	+59	5	7	緩	良
8 9月ペルセウス座ε	9月 5日～ 9月17日	9月10日02時	166.7	60	+47	5	0	速・痕	最良
9 りゅう座	10月 5日～ 10月13日	10月 9日09時	195.4	262	+54	5	29	緩～中	最良
10 オリオン座	10月10日～ 11月 5日	10月22日02時	208.0	95	+16	15	13	速・痕	最悪
11 おうし座南	10月15日～ 11月30日	11月 6日	223	52	+15	3	28	緩	最良
12 おうし座北	10月15日～ 11月30日	11月13日	230	58	+22	5	5	緩	良
13 しし座	11月 5日～ 11月25日	11月18日08時	235.27	152	+22	15	10	速・痕	良
14 ふたご座	12月 5日～ 12月20日	12月14日21時	262.2	112	+33	70	7	中	最良
15 こぐま座	12月18日～ 12月24日	12月23日06時	270.7	217	+76	3	16	緩	最悪

2 速度・加速度

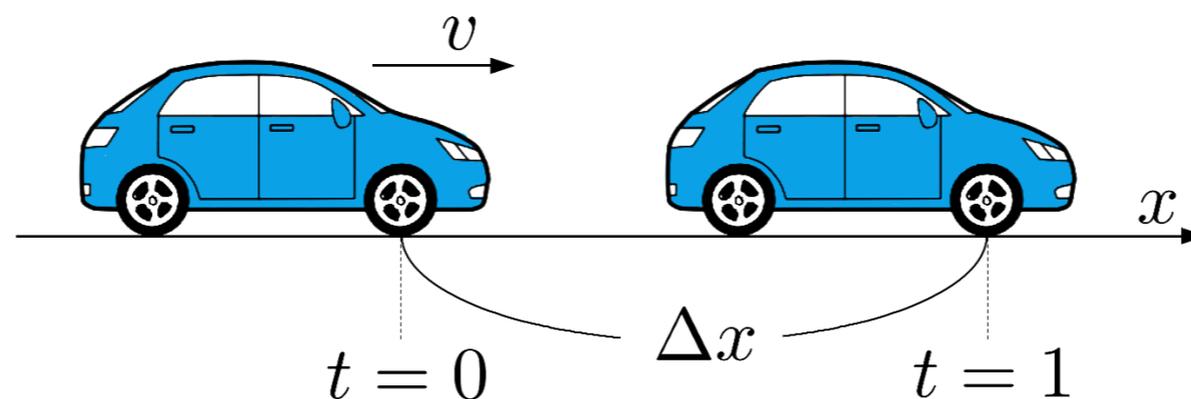
■速度（平均的速度）

「速い」「遅い」を区別する言葉は、**速度** v （スピード）である。速度は

定義 速度

$$\text{速度 } v = \frac{\text{移動した距離 [m]}}{\text{かかった時間 [s]}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (1)$$

として決める。国際単位系では、速度の単位は、 $[\text{m/s}]$ （メートル毎秒）を使うのが基本である。



知っておくと便利な速度（基準とされる速度）

表 2: 知っておくと便利な速さ

人の歩く速さ	分速 80 m（不動産広告で徒歩〇分というときの基準） 時速 4 km（江戸時代の距離の単位 = 1 里）
マラソン選手	分速 280 m（=42.195 [km] / 150 [分]）
新幹線	時速 180 km = 3000 [m/分] = 50 [m/s]
旅客機	時速 900 km
音速	340 m/s（温度 T によって若干変化する）
光速	30 万 km/s（1 秒間で地球を 7.5 周）

稲妻までの距離

稲妻がピカッと光ってから、ゴロゴロゴロと音が届くまでの時間差は、光の速度と音の伝わる速度との違いである。表2にあるように、光は一瞬で伝わるが、音速は 340 m/s である。稲妻が光ってから10秒後に音が聞こえたら、稲妻は自分の位置から

$$\text{距離} = \text{速度} \times \text{時間} = 340[\text{m/s}] \times 10[\text{s}] = 3400[\text{m}]$$

先にいることになる。



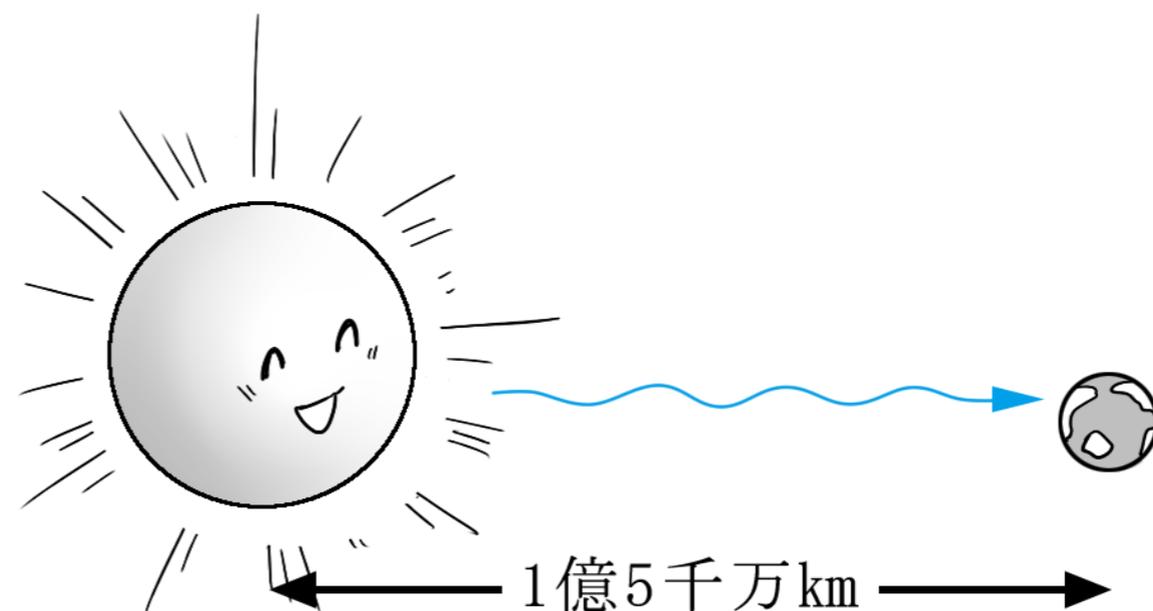
Topic

太陽が消えても...

地球上では，光速は無限に速く感じられるが，宇宙空間では光でさえも，伝わるのには時間がかかる．太陽から出た光が地球に届くまでには，

$$\text{時間} = \frac{\text{距離}}{\text{速度}} = \frac{1 \text{ 億 } 5 \text{ 千万 [km]}}{30 \text{ 万 [km/s]}} = 500[\text{s}] = 8 \text{ 分 } 20 \text{ 秒}$$

経過する．つまり，地球に届いている光は 8 分 20 秒前に太陽を出た光だ．太陽が今この瞬間に消失しても，地球では 8 分 20 秒の間，その事実が伝わらない．



はくちょう座

こと座

へびつかい座

25光年
ベガ

1400光年
デネブ

15光年の
遠距離恋愛

17光年
アルタイル

火星



わし座



いて座



550光年
アンタレス

さそり座



15光年の
遠距離恋愛

こと座



25光年
ベガ

©スタディスタイル

©スタディスタイル

©スタディスタイル

定義 加速度

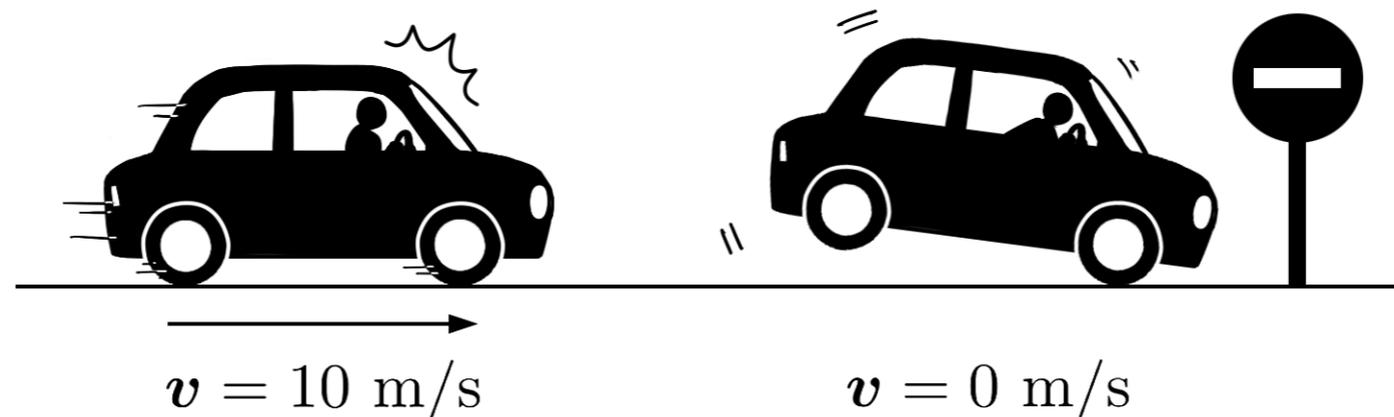
速度の増減の具合を加速度として定義する。

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\text{速度の変化 [m/s]}}{\text{かかった時間 [s]}} \quad \text{単位は [m/s}^2\text{]} \quad (3)$$

加速度が正ならば，速度は増加する．加速度が負ならば，速度は減少する．
等速運動ならば，加速度はゼロである．

例えば，時速 36 km (= 秒速 10 m) の車が急ブレーキを踏んで 2 秒後に停止した，としよう．このときの加速度は，

$$a = \frac{0 \text{ [m/s]} - 10 \text{ [m/s]}}{2 \text{ [s]}} = -5 \text{ [m/s}^2\text{]} \quad \text{となる.}$$



画面の縦横



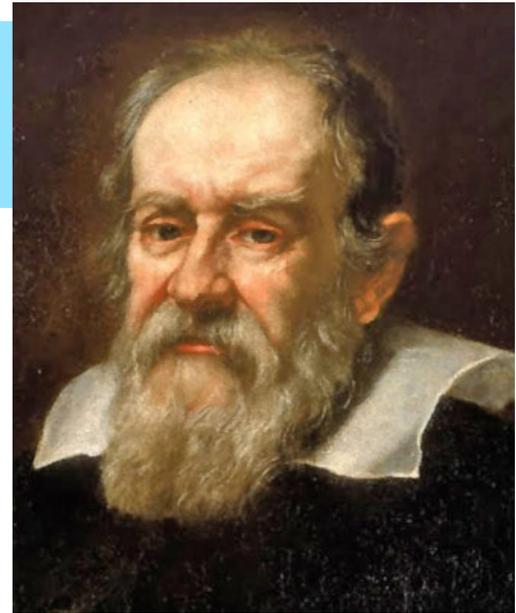
落下時にHDオフ



衝突時のエアバッグ

3 運動の法則 — 力を加えると，生じるのは加速度だった

第1法則：慣性の法則



Galileo Galilei
(1564-1642)

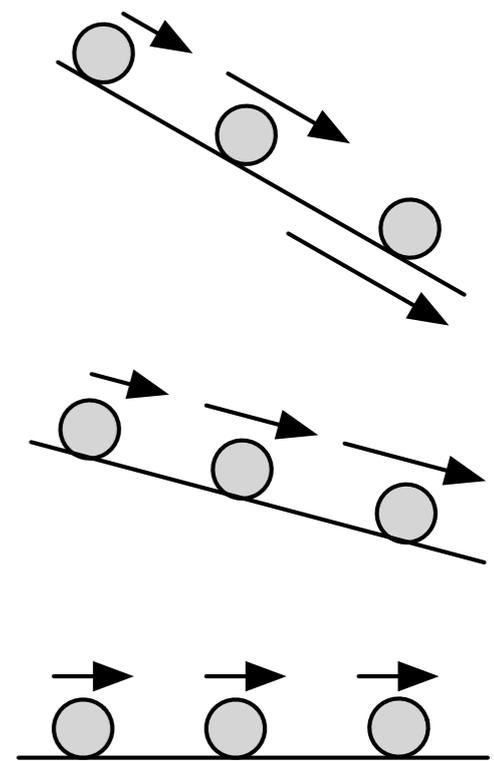
ニュートンの運動法則 (1)

第1法則 慣性の法則 (law of inertia)

物体は慣性を持つ (そのままの運動状態を保とうとする).

力を加えなければ，物体は等速直線運動を行う。

斜面に球を置いて手をはなすと，球は加速しながら転がり落ちる。斜面の角度を急にすれば加速は一層速くなる。一方で斜面の上向きにボールを放つとボールは減速してゆく。この場合も減速は斜面の角度に依存する。それでは，水平面ならば，ボールはどのように動くだろうか。—加速も減速もせず，そのままの運動を保ち続けると考えるのが自然である。(『天文対話』1632年)



GRAVITY

Gravity (2013)

<http://www.youtube.com/watch?v=xgGPTa7-vIE>

(start on click, 1:16)

GRAVITY

Gravity (2013)

<http://www.youtube.com/watch?v=xgGPTa7-vIE>

(start on click, 1:16)

小柴昌俊氏

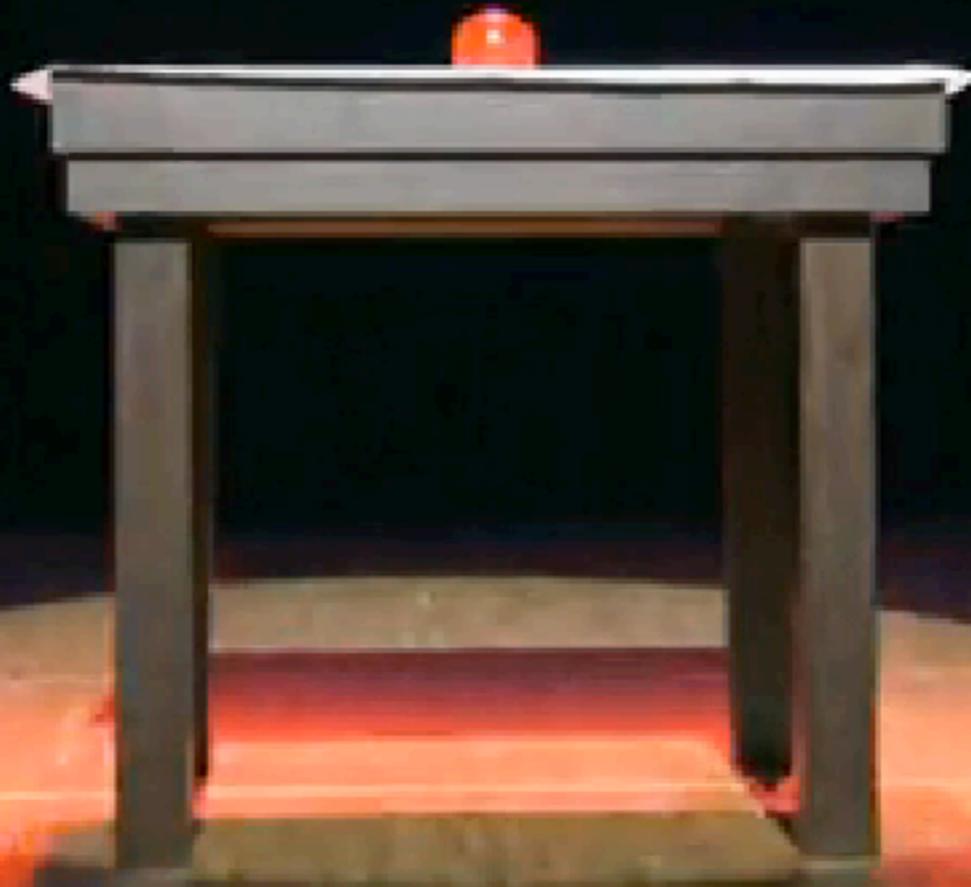


「この世に摩擦がなければどうなるのか」



NHK「大科学実験」 リンゴは動きたくない！？

成功したテーブルクロス引きから、布を引き抜くスピードによって摩擦の大きさが異なることを知る実験。



第2法則：運動の法則

ニュートンの運動法則 (2)：運動方程式

第2法則 **運動方程式** (equation of motion)

物体に力 F を及ぼすと、物体の質量 m に反比例した加速度 a が生じる。

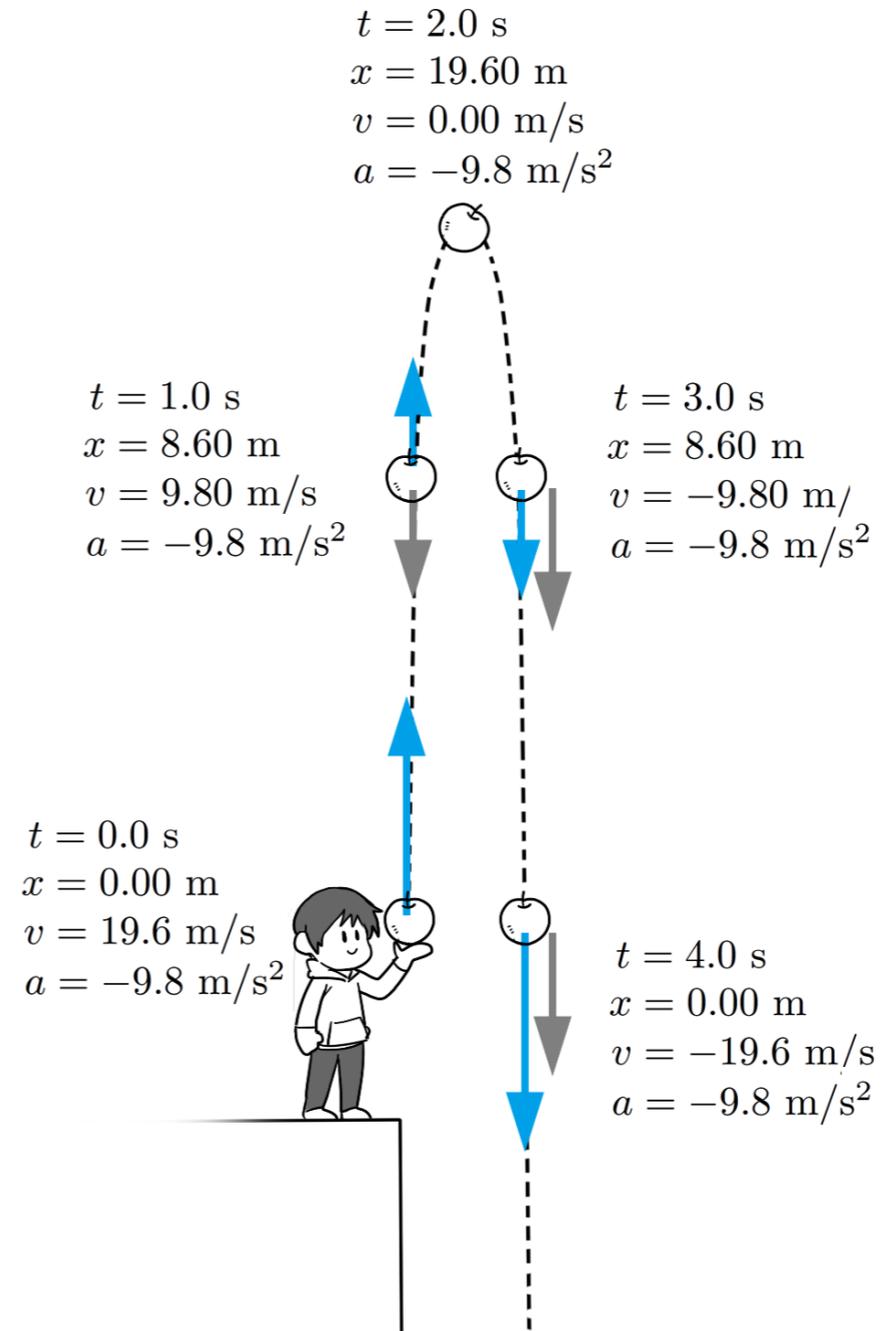
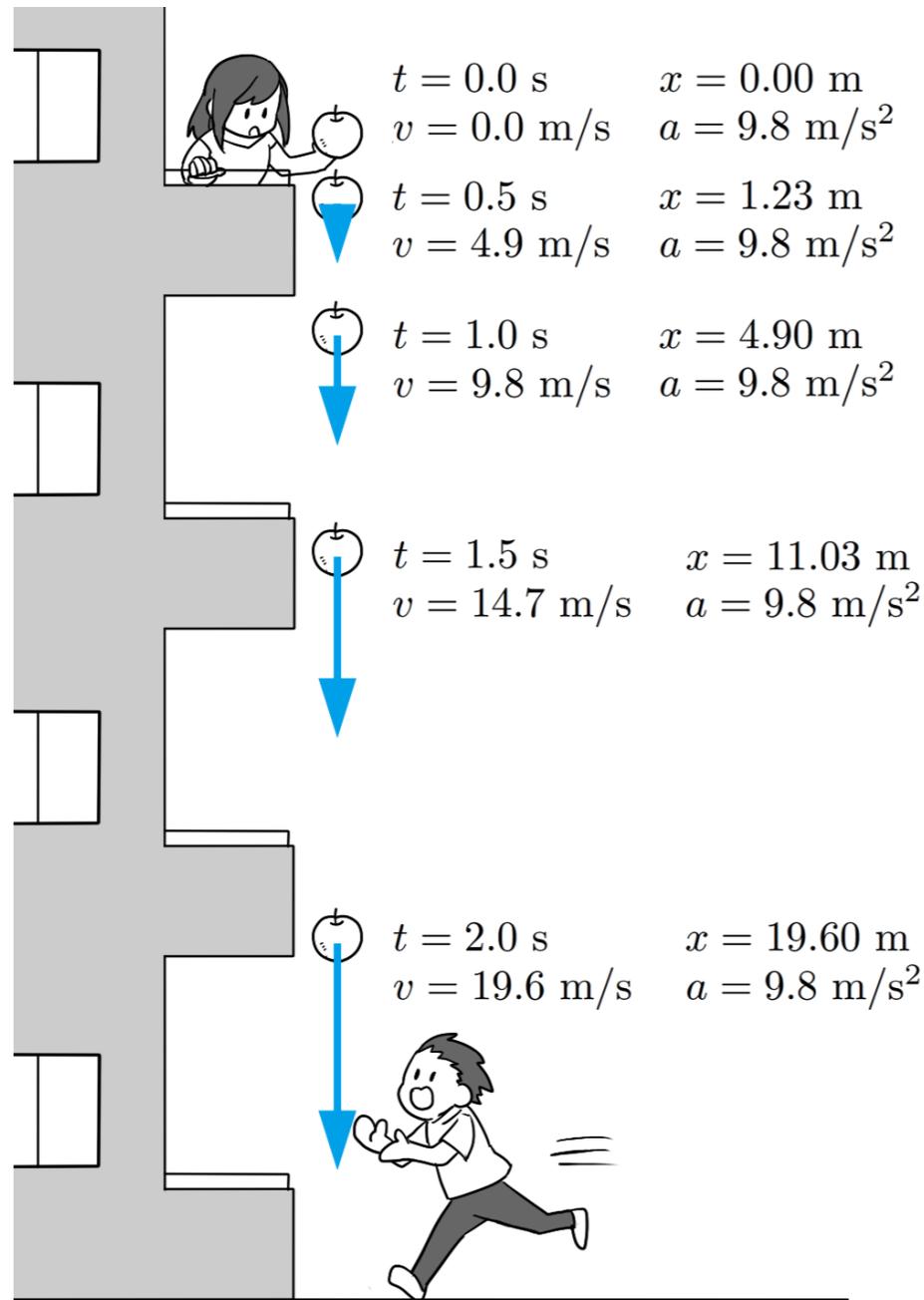
$$F = ma \quad (2.28)$$

2つ以上の力が加わっていたとしても、その合力で加速度が決まる。

$$\sum_i F_i = ma \quad (2.29)$$

自由落下運動は、等加速度運動

重力加速度 $g = 9.8 \text{ [m/s}^2\text{]}$



自由落下運動 + 水平等速運動 = 放物運動

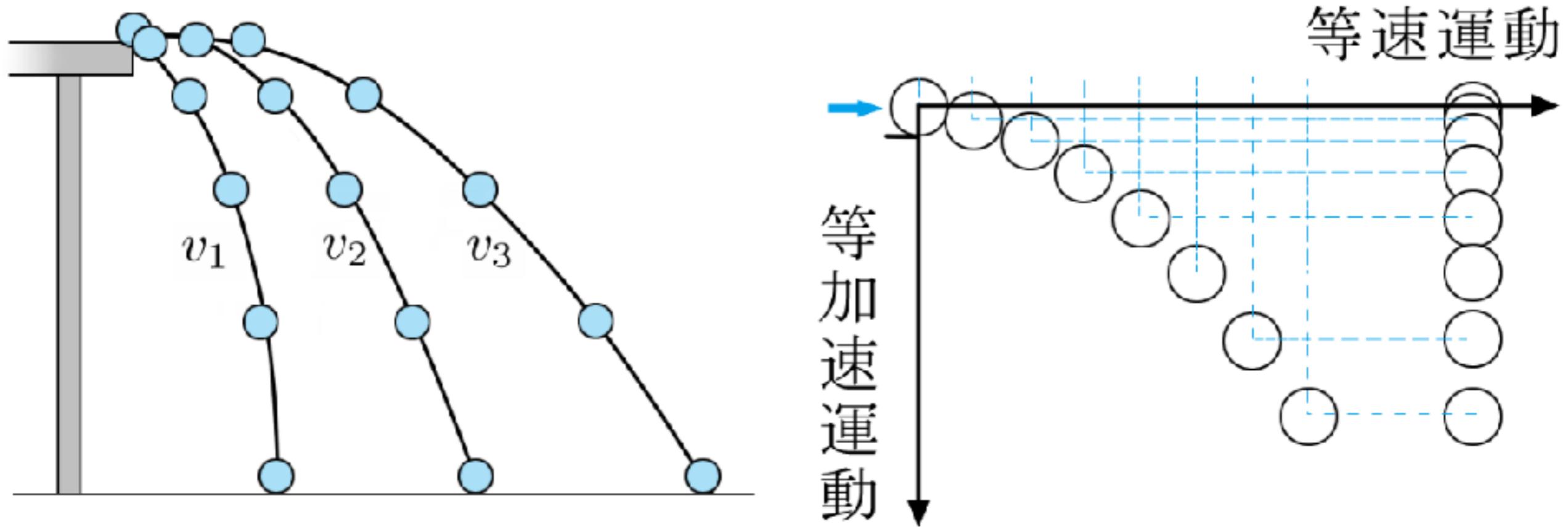


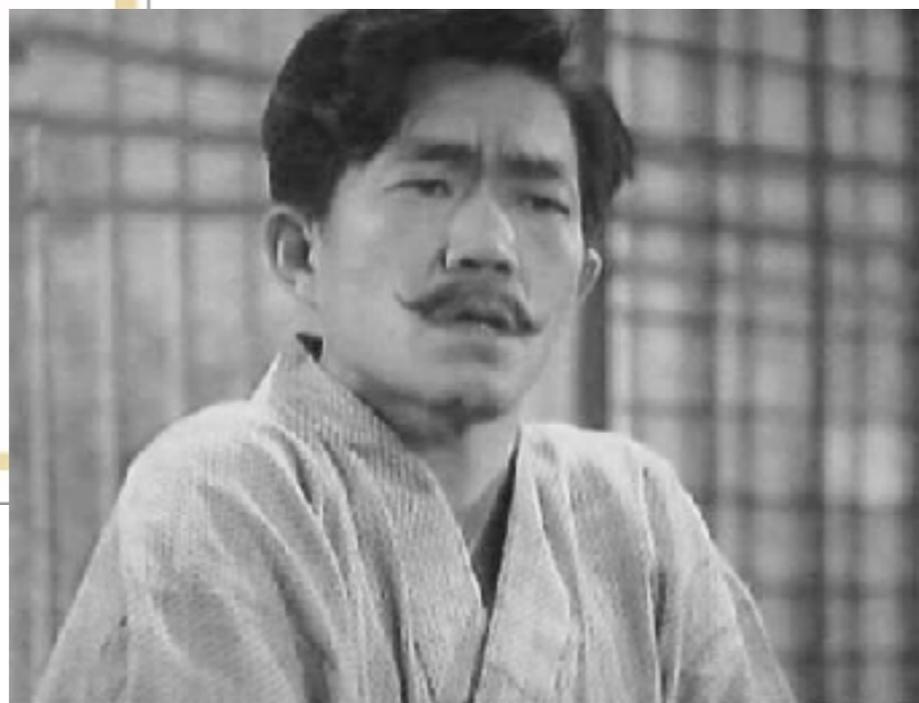
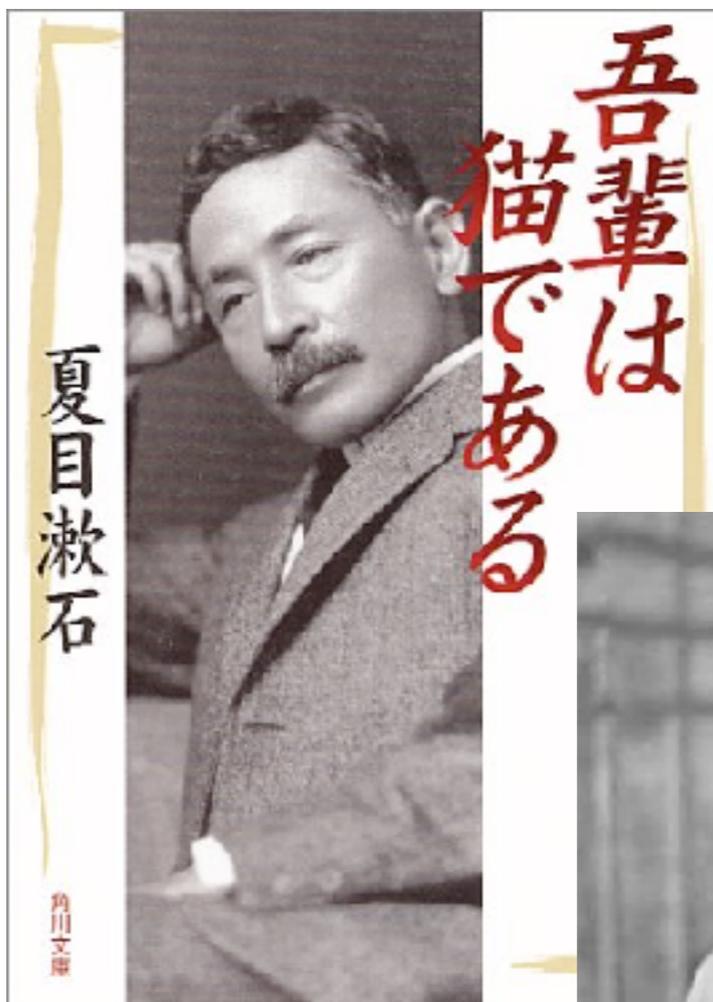
図 16: 放物運動は, 等速運動と等加速運動の組み合わせ.

自由落下運動 + 水平等速運動 = 放物運動



Wile E. Coyote falls off cliff

http://www.youtube.com/watch?v=Gq_bjal0NTo

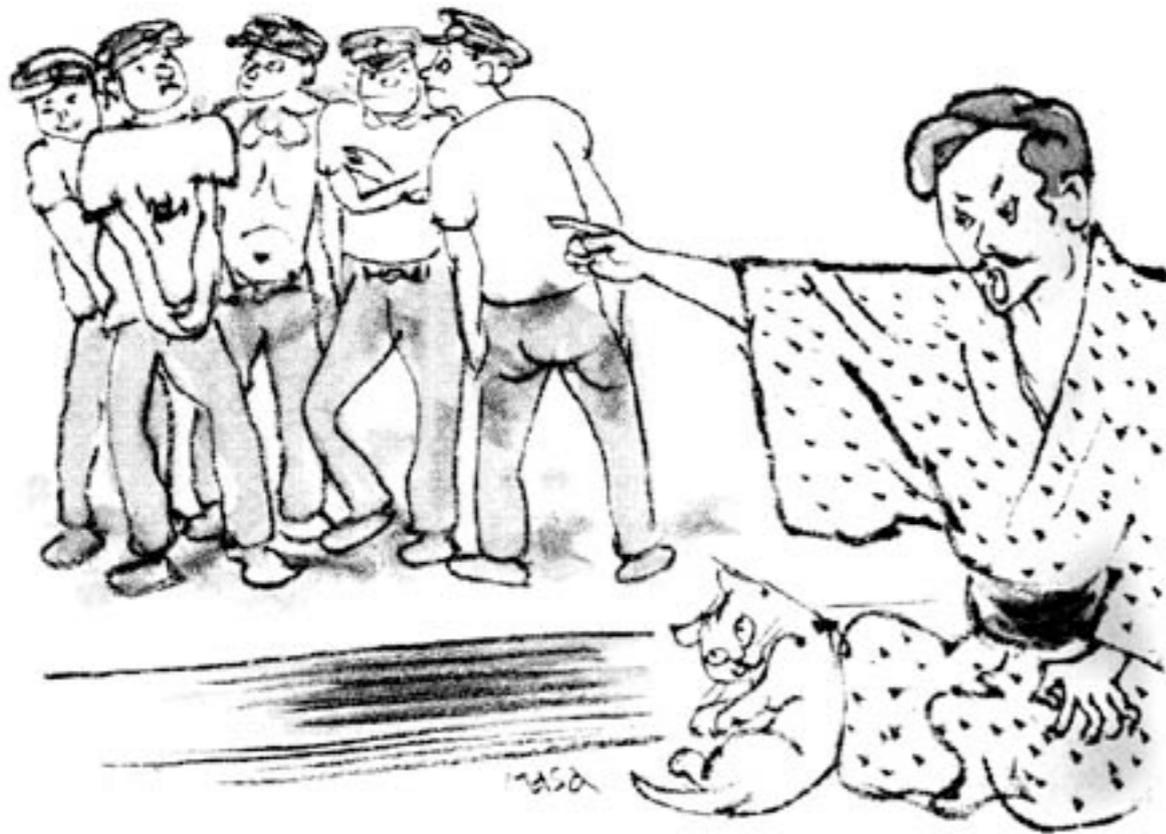


丸山定夫 (主人、珍野苦沙弥)
(吾輩)

徳川夢声 (迷亭)

藤原釜足 (越智東風)

北沢彪 (水島寒月)



<http://neko.koyama.mond.jp/?day=20070423>

今しも敵軍から打ち出した一弾は、照準誤らず、四つ目垣を通り越して桐の下葉を振り落して、第二の城壁即ち竹垣に命中した。随分大きな音である。ニュートンの**運動律第一**に曰く**もし他の力を加うるにあらざれば、一度び動き出したる物体は均一の速度をもって直線に動くものとす**。もしこの律のみによって物体の運動が支配せらるるならば主人の頭はこの時にイスキラスと運命を同じくしたであろう。幸にしてニュートンは第一則を定むると同時に第二則も製造してくれたので主人の頭は危うきうちに一命を取りとめた。**運動の第二則**に曰く**運動の変化は、加えられたる力に比例す、しかしてその力の働く直線の方角において起るものとす**。これは何の事だか少しくわかり兼ねるが、かのダムダム弾が竹垣を突き通して、障子を裂き破って主人の頭を破壊しなかったところをもって見ると、ニュートンの御蔭に相違ない。

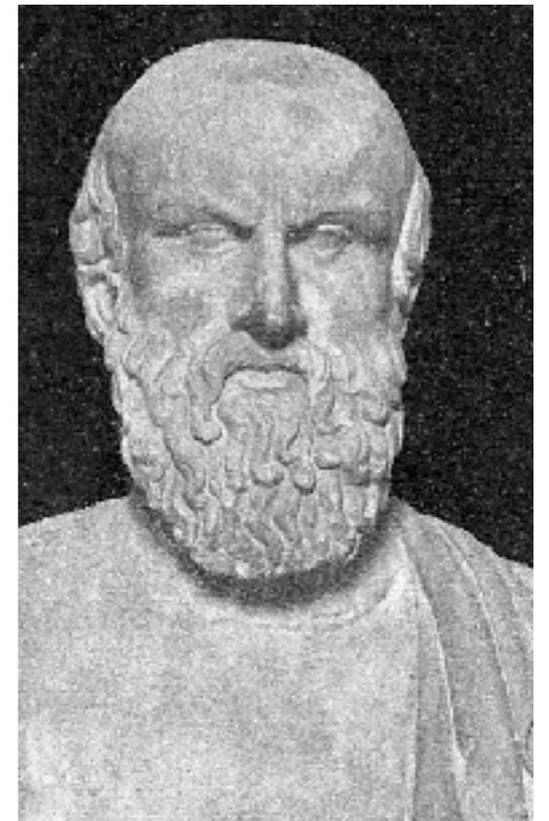
もしこの律のみによって物体の運動が支配せらるるならば主人の頭はこの時にイスキラスと運命を同じくしたのである。

漱石、我が輩は猫である (八) より

イスキラス = アイスキュロス

ギリシャ三大悲劇詩人の一人アイスキュロスは占い師から

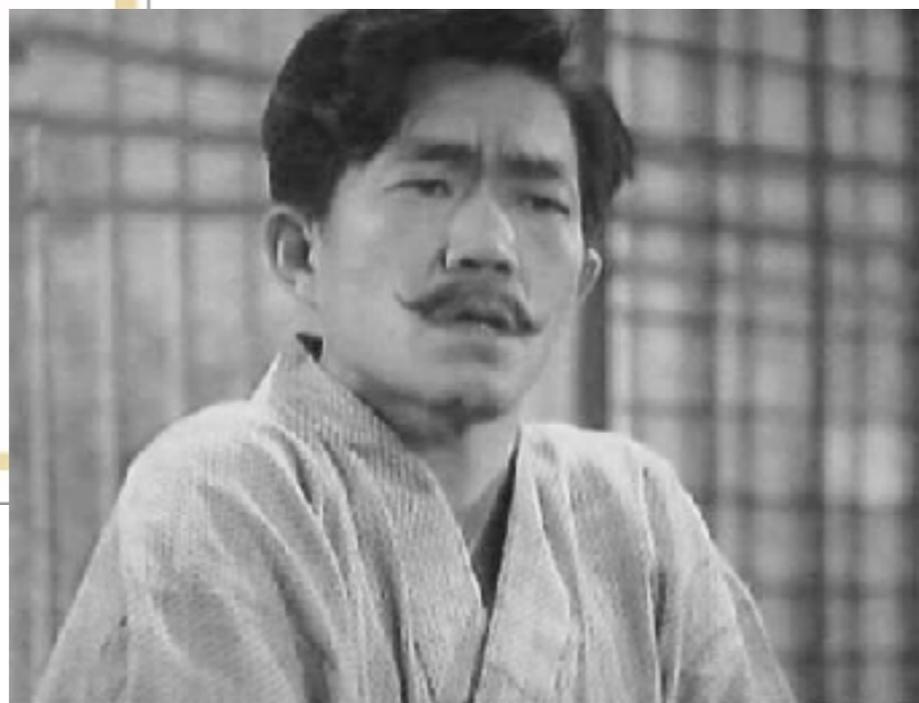
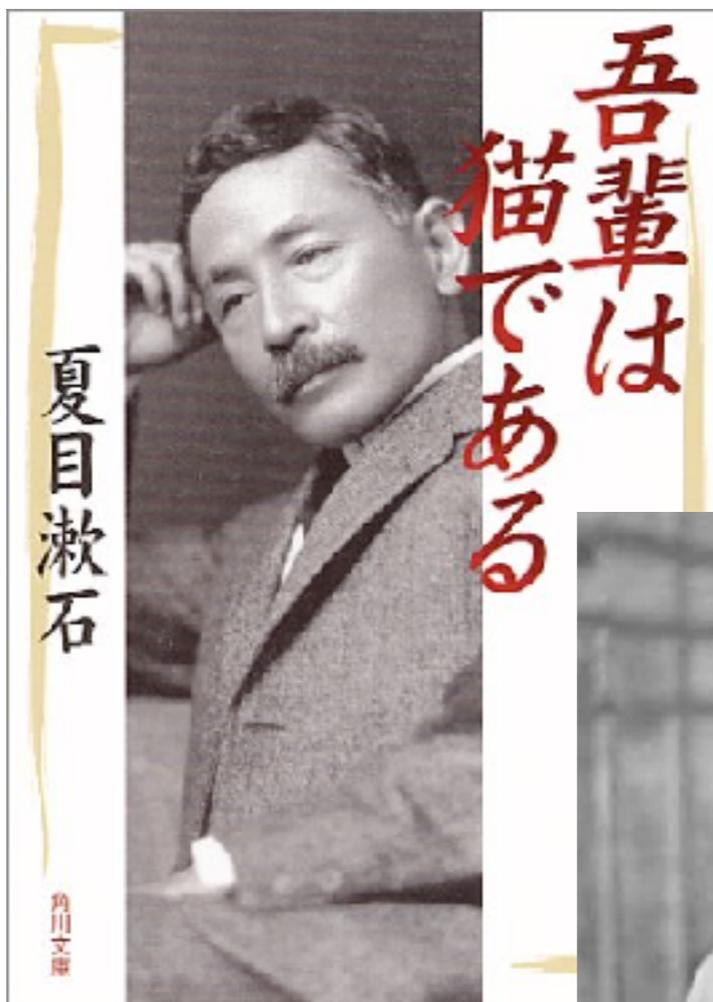
「しかじかの日に、頭の上に何かが落ちてきて死ぬだろう」と予言されたので、その日は、危険な建物や樹木などから離れ、広い野原の真ん中に避難した。ところが鷲が、爪に掴んでいた亀を空高くから落とし、アイスキュロスは甲羅で脳味噌を割られた（ラブレ 『パンタグリユエル物語』 第四之書）。



BC525-496

夏目漱石『吾輩は猫である』8では、鷲が下界にぴかと光ったものをねらって亀を落とすと、それはイスキラスの禿げ頭だった、と語られる。

<http://nikitoki.blog.so-net.ne.jp/2009-06-17-4>



丸山定夫 (主人、珍野苦沙弥)
(吾輩)



徳川夢声 (迷亭)



藤原釜足 (越智東風)

北沢彪 (水島寒月)

夏目漱石と寺田寅彦



(1867-1916)



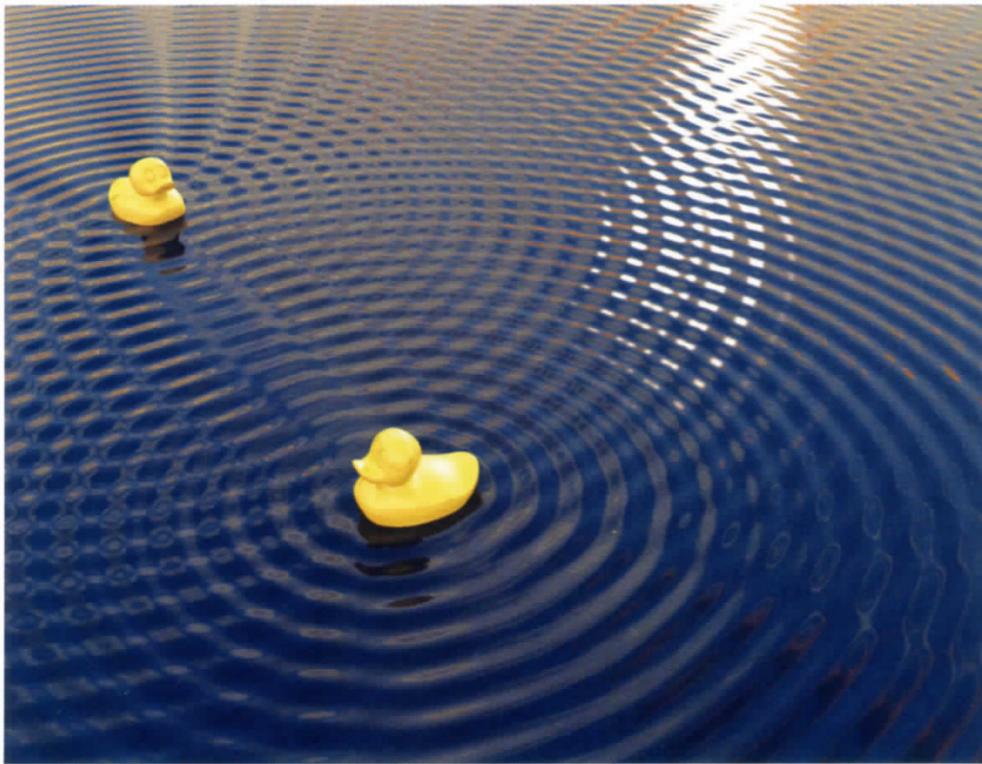
(1878-1935)



多摩川上水畔にて。松並木下で昼食。撮影：須賀太郎、昭和9年4月。
左より、大瀬嬢（女子大の水泳選手）、寺田寅彦、日比谷夫人（草重役夫人）、黒田初子夫人
（料理研究家、登山家）、黒田正夫

4 光の屈折・反射 — 虹のしくみ

波 --- 水・音・光



Puddle Interference The concept of interference shows up in everyday life in bodies of water, from puddles to oceans.

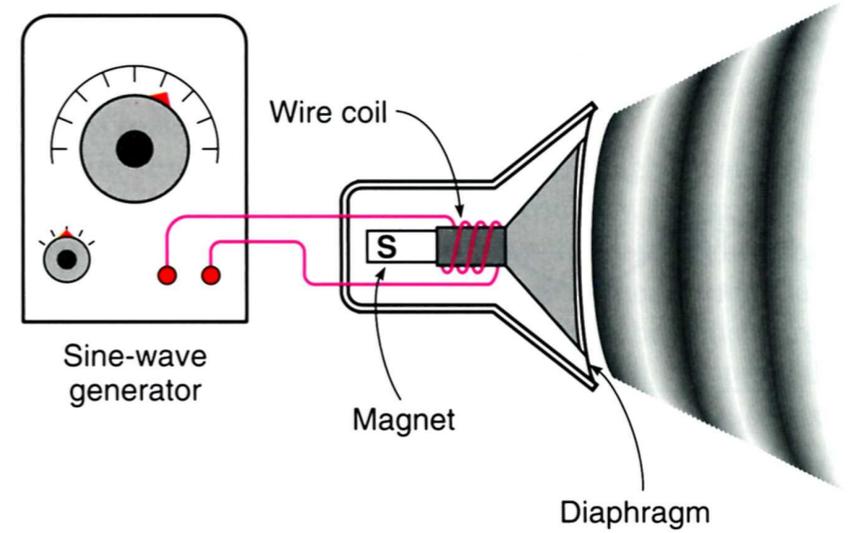
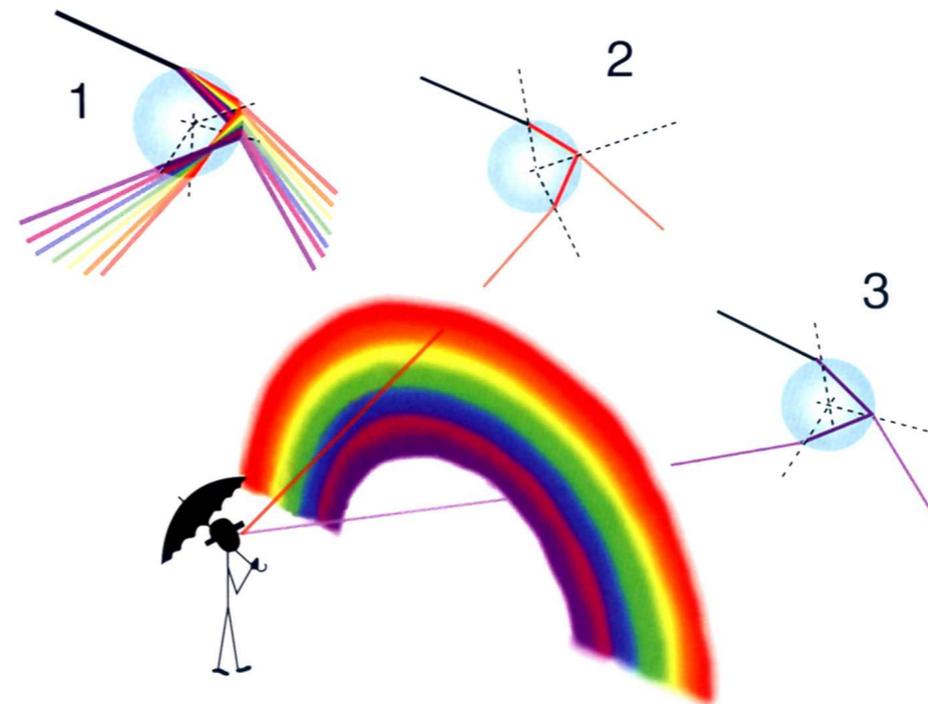
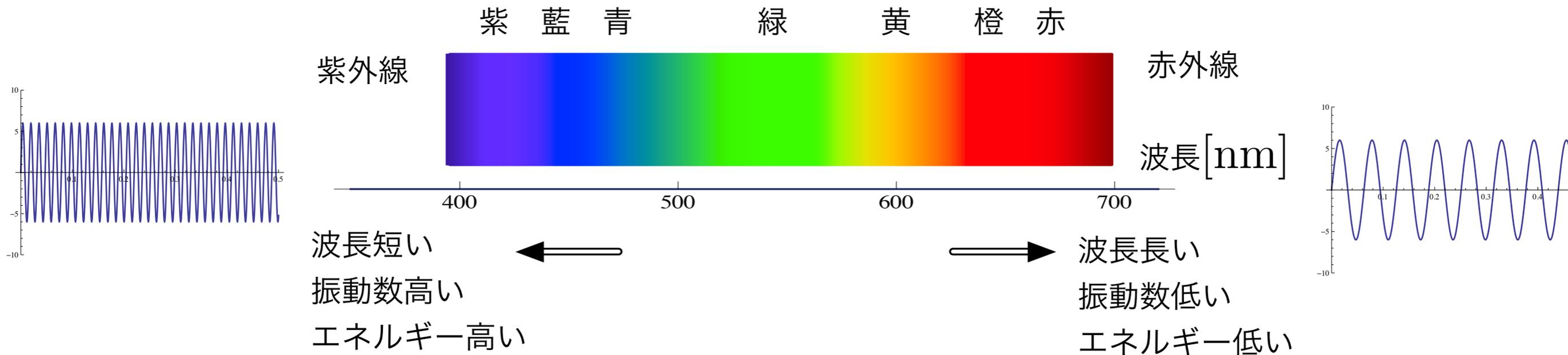


figure 15.15 An oscillating current applied to the coil of wire attached to the diaphragm of a speaker makes the diaphragm oscillate as it is attracted to or repulsed by the magnet, generating a sound wave.



【電磁波の分類】

光の色は振動数（波長）の違い



	宇宙線	ガンマ線	X線	光			電磁波							
				紫外線	可視光線	赤外線	マイクロ波	超短波	短波	中波	長波	超長波		
波長 [m]	10^{-13}	10^{-10}	10^{-9}	3.8×10^{-7}	7.7×10^{-7}	10^{-4}	1	10	10^2	10^3	10^4			
波長 [nm]				380	770									
振動数 [Hz]	3×10^{18}	3×10^{17}					3×10^{12}	3×10^8	3×10^7	3×10^6	3×10^5	3×10^4		
利用例		医療／食品照射	医療／X線写真	殺菌	光学機器	赤外線写真	携帯電話	電子レンジ	テレビ	F M ラジオ	短波ラジオ	A M ラジオ	電波時計	飛行機の通信

色の正体は何か

ニュートンは、プリズムを通すと、太陽の白色光はさまざまな色に分割できることを発見した。このように光を分割することを**分光スペクトル**といい、分割された光を**スペクトル光**という。

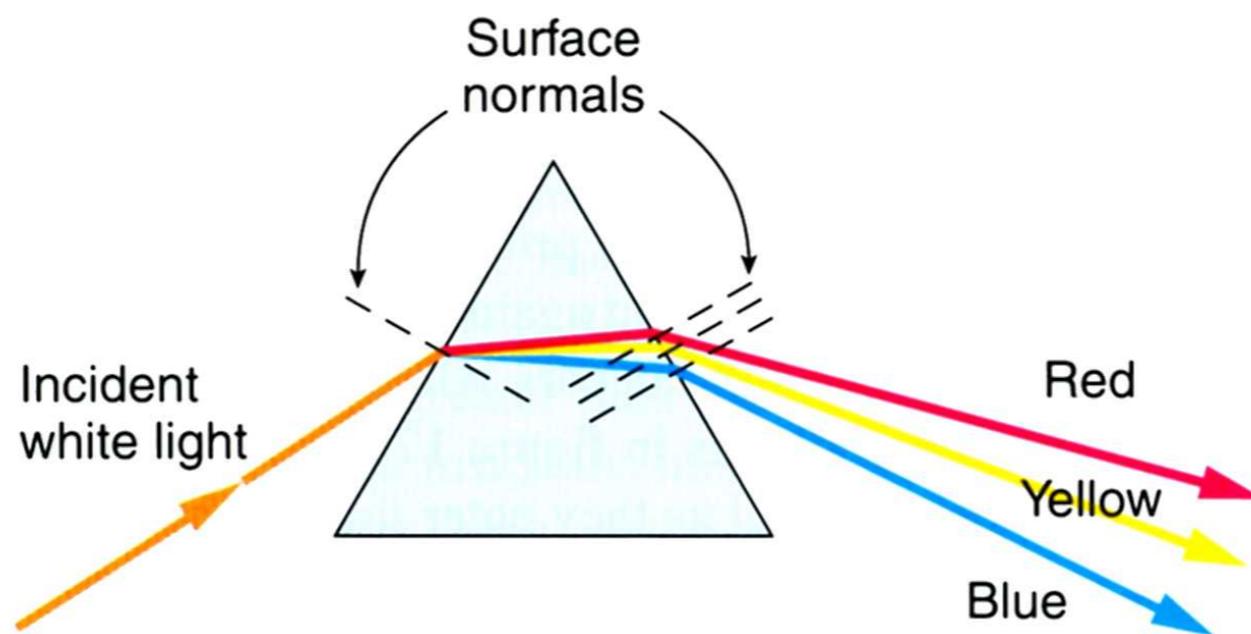
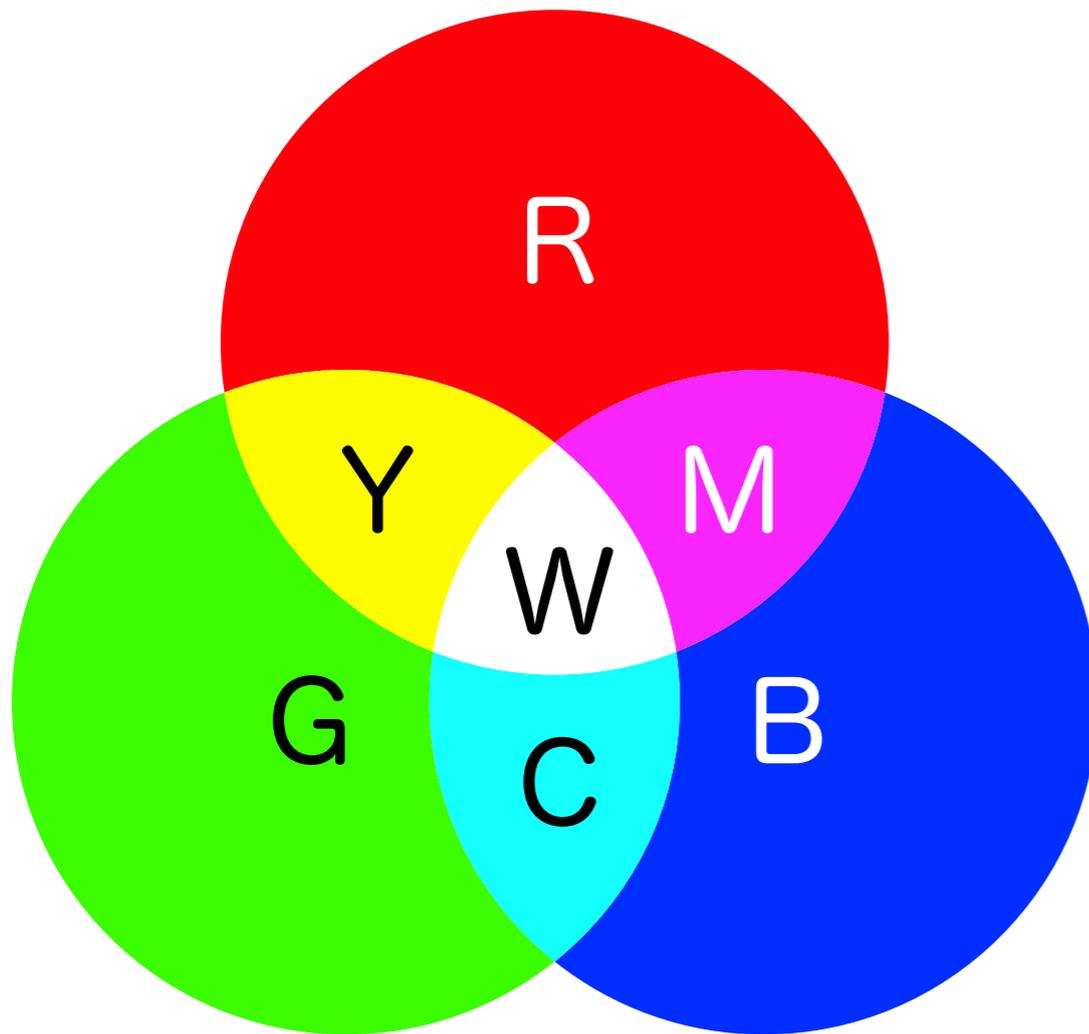


figure 17.13 Light rays passing through a prism are bent at both surfaces, with blue light being bent more strongly than red.

3原色 RGB

光の3原色 = RGB

テレビやディスプレイなど発光体の色の基本
目の視細胞はRGBに反応する3種類



$$R + G = \square$$

$$G + B = \square$$

$$R + B = \square$$

$$R + G + B = \square$$

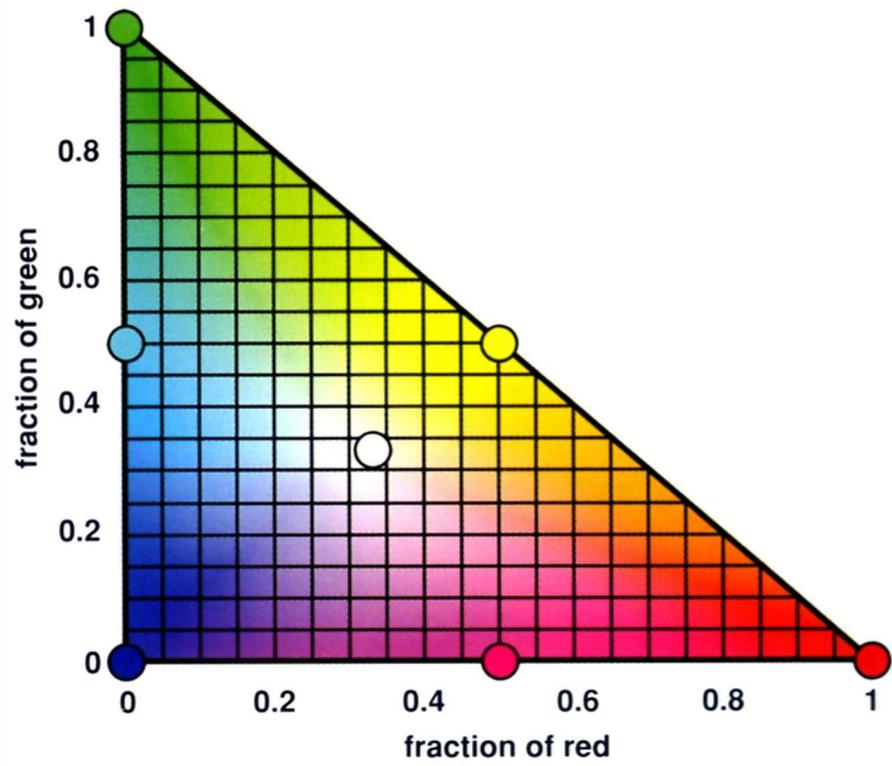
$$W = R + \square$$

$$W = B + \square \quad : \text{Wダイオード}$$

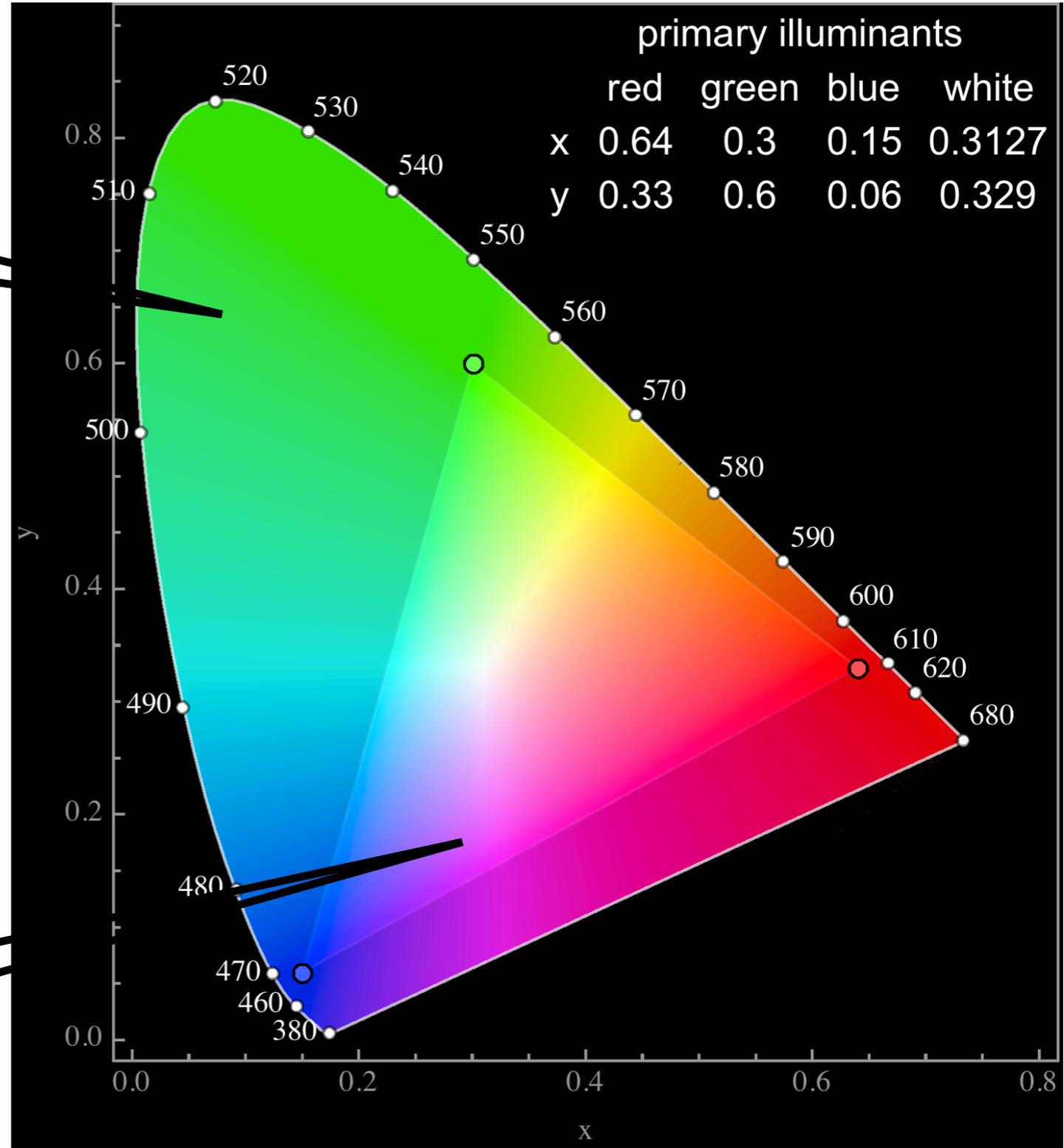
$$W = G + \square$$

RGB 表色

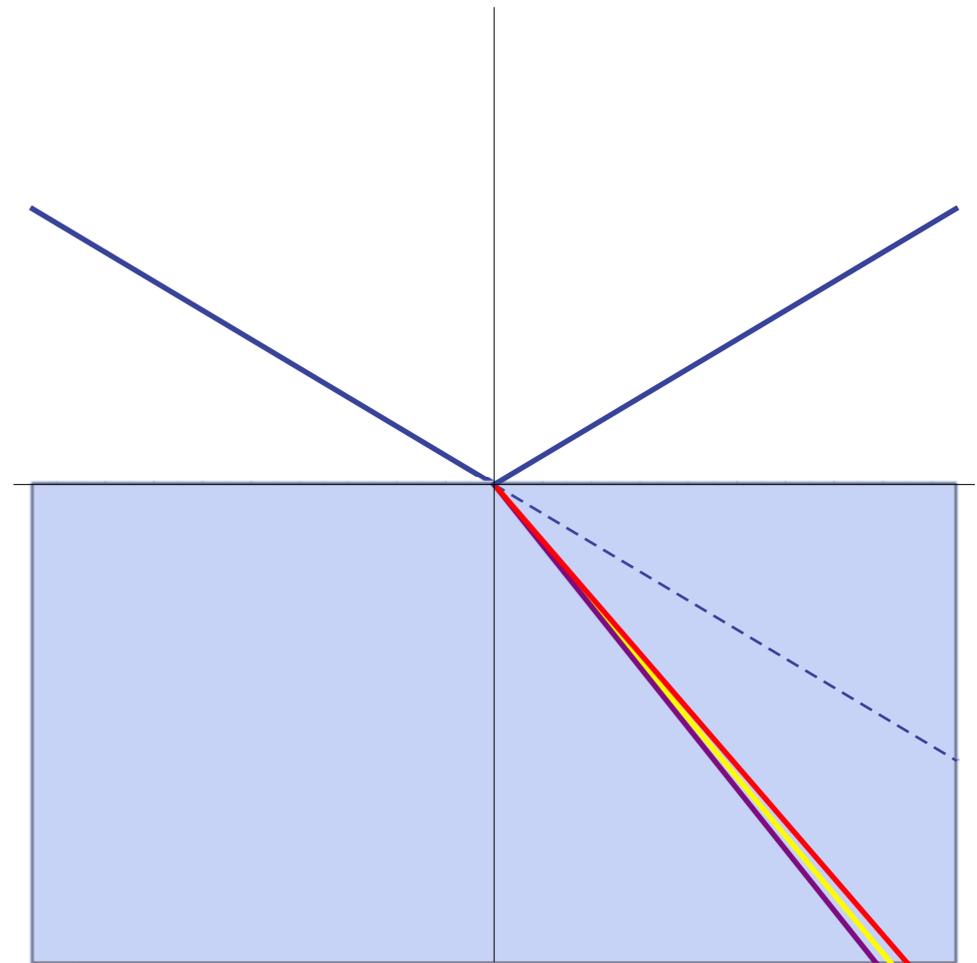
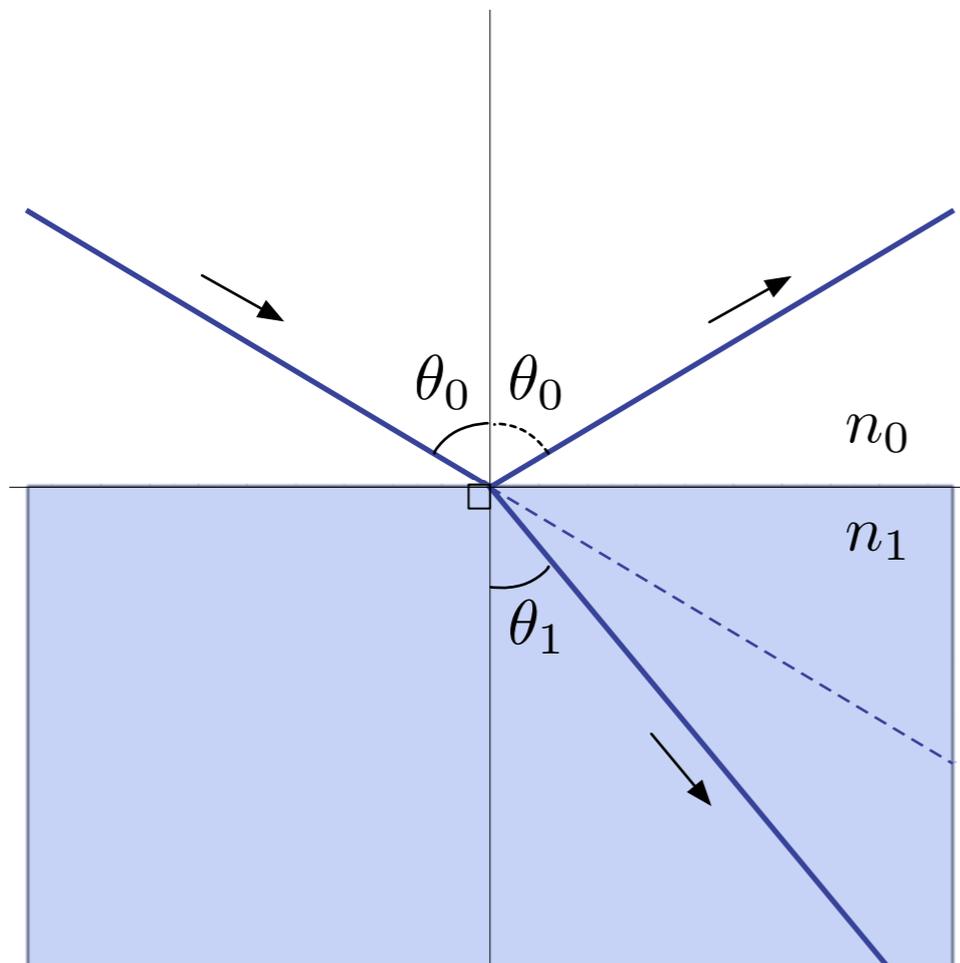
人間の認識する色



RGBで再現する色

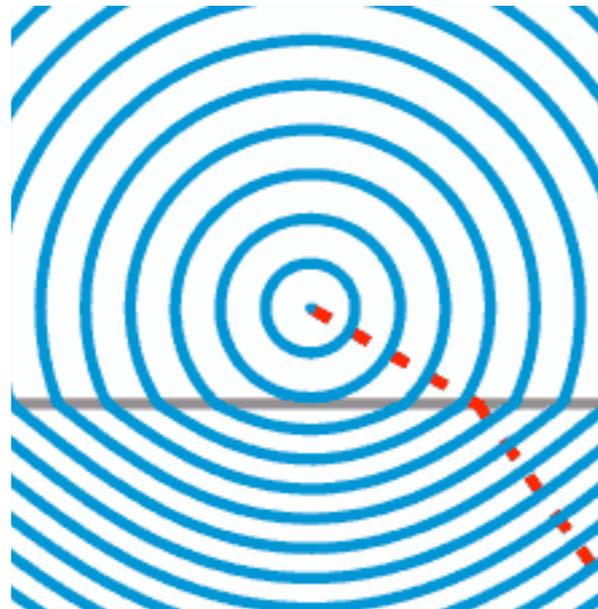
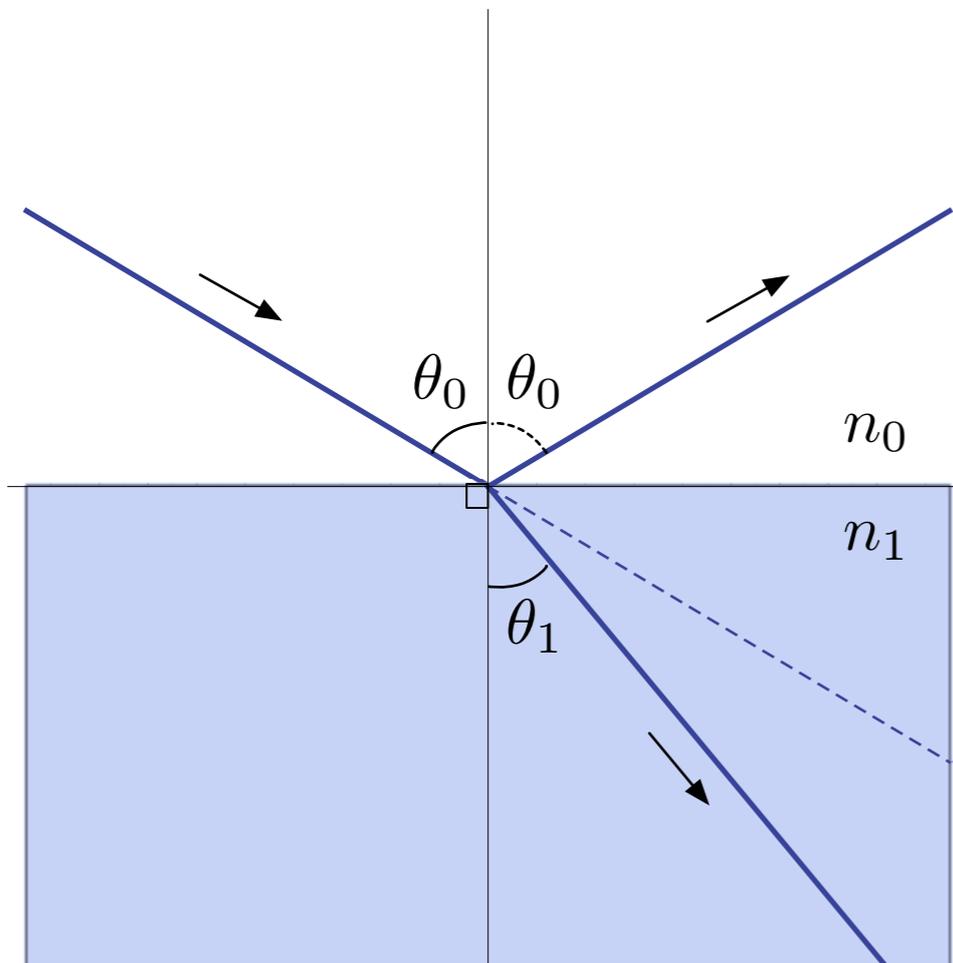


光の屈折と反射



光の屈折・反射

屈折の法則

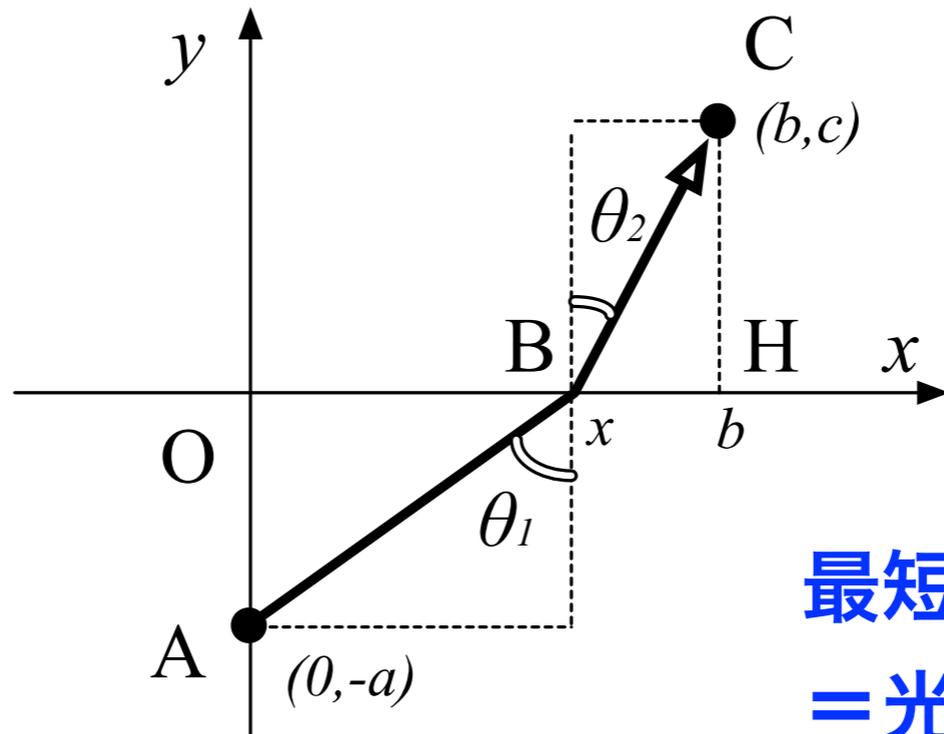
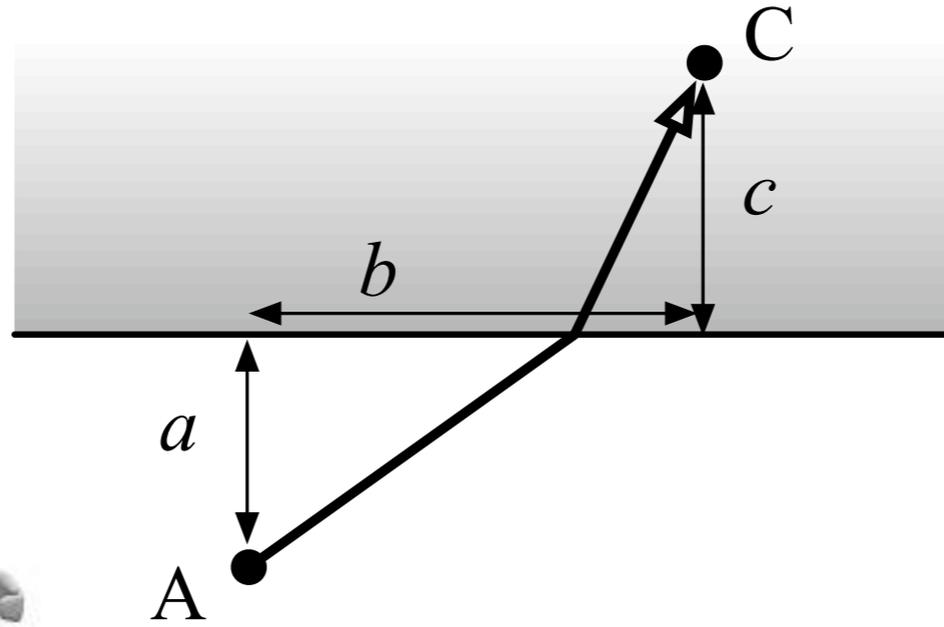


見かけの水深

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



最小作用の原理 (フェルマーの原理)



最短時間で到達する経路
= 光の経路と同じ

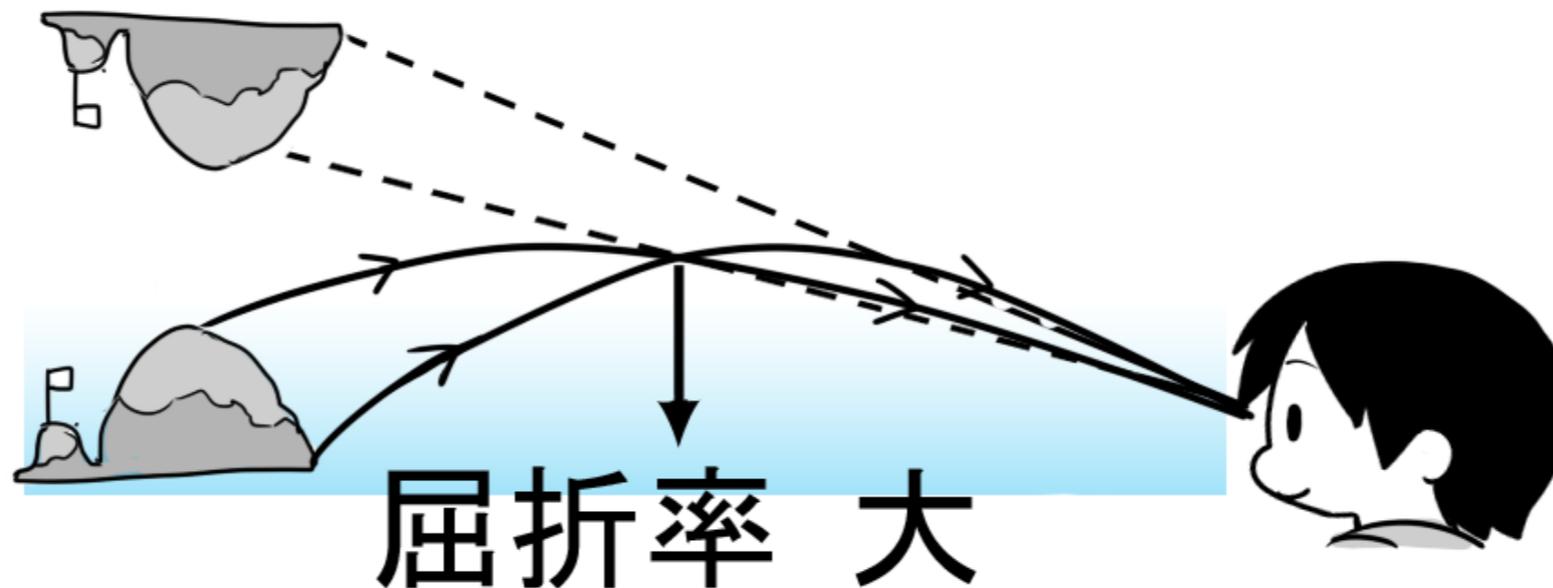
光の屈折

(温度が高いと屈折率が下がる)

蜃気楼

温度高い

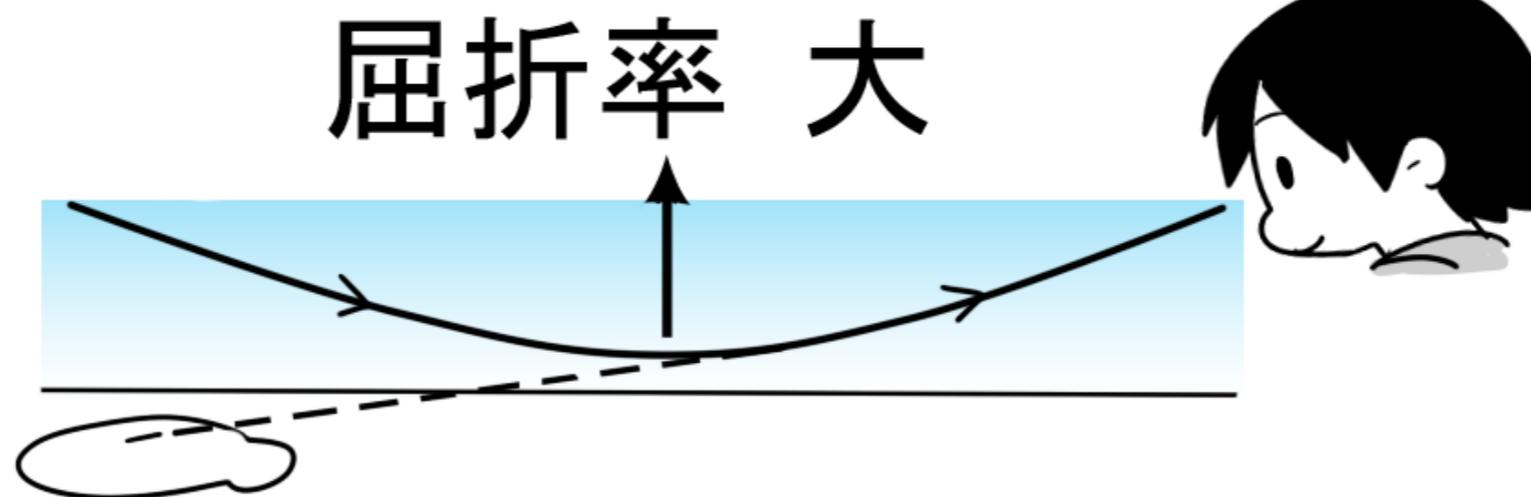
温度低い



逃げ水

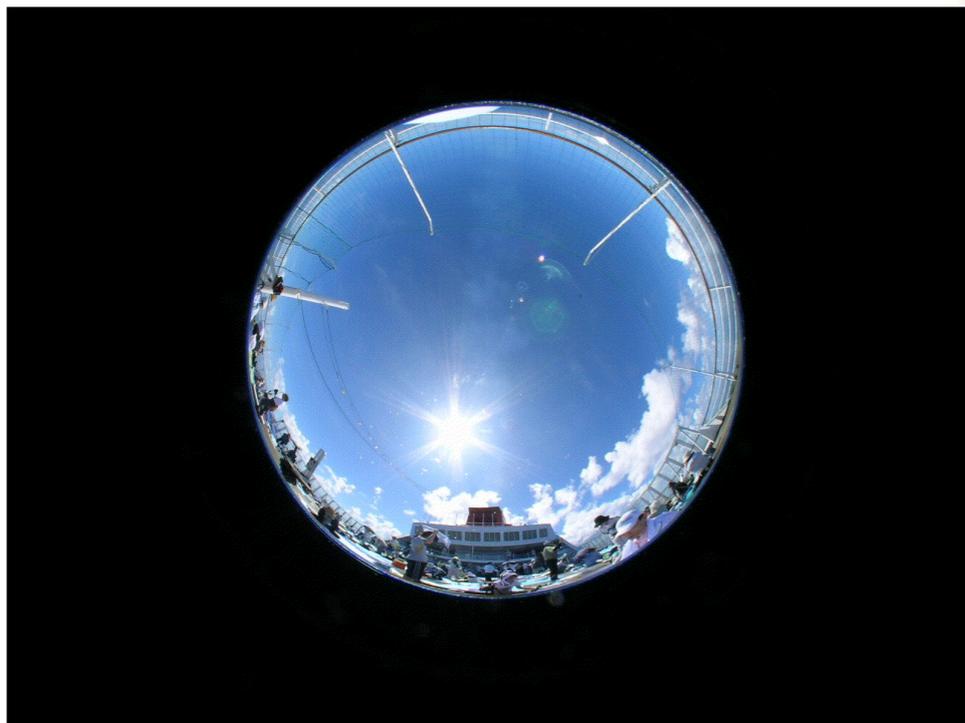
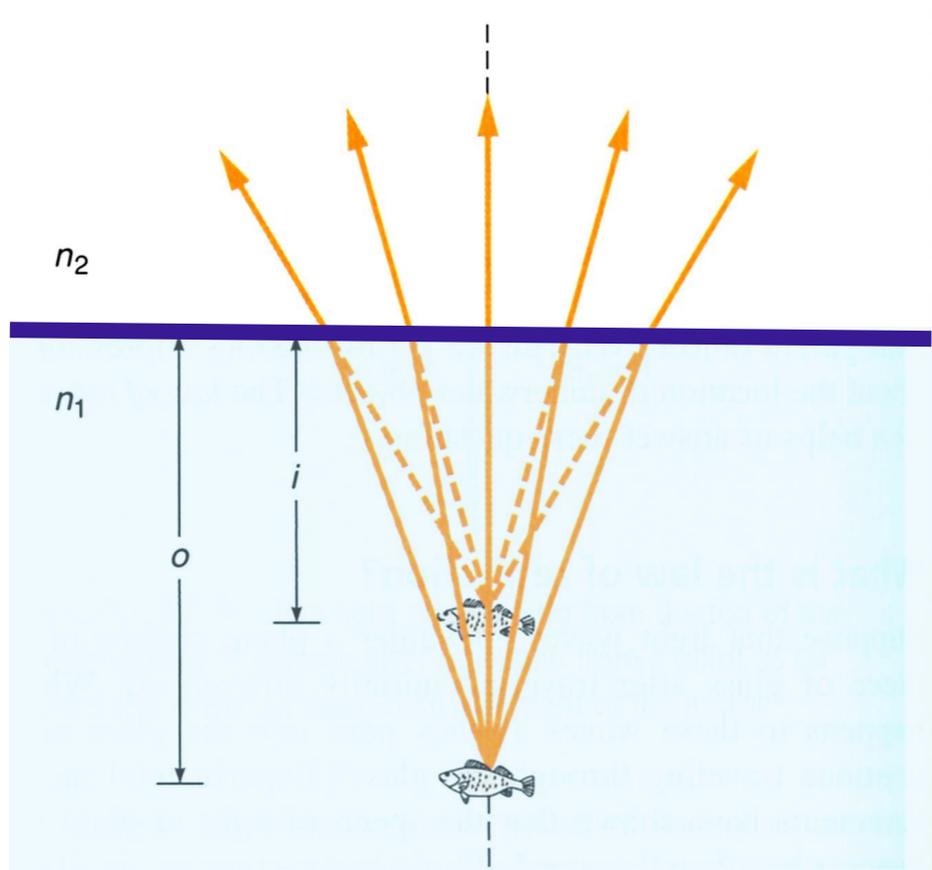
温度低い

温度高い



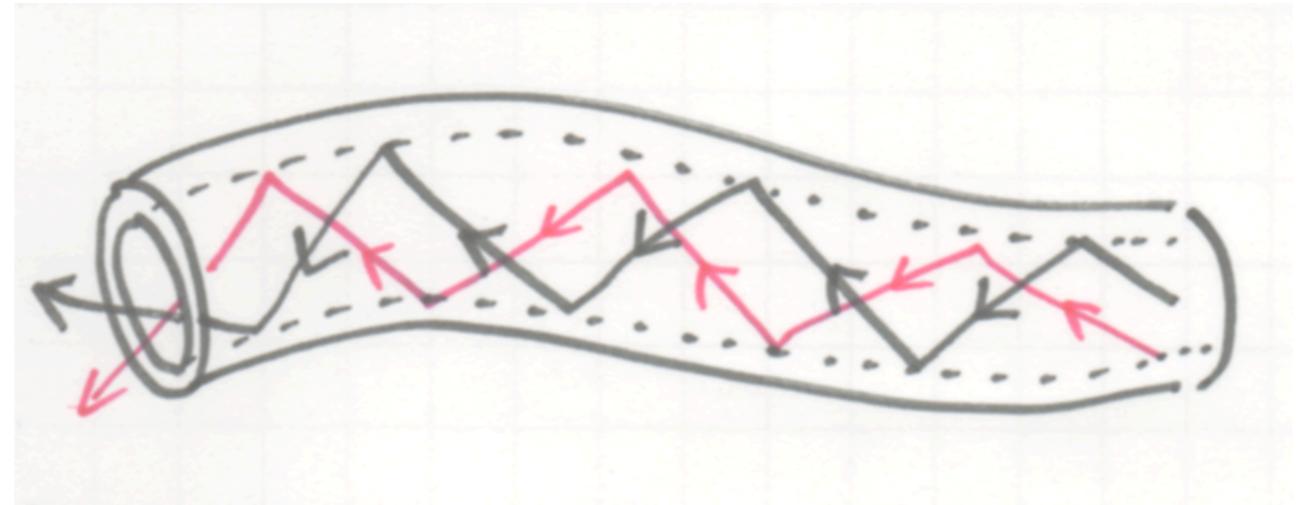
全反射

魚眼レンズ



2009年7月22日 福江善氏撮影

光ファイバー



節約? 引越? スマホ?
e0光
e0光
e0光

e0光は
お客様満足度
No.1

節約? スマホ? だったらe0光♪

テレビと一緒に
フレッツ光。

節約? 引越? スマホ?
e0光
e0光
e0光

e0光は
お客様満足度
No.1

節約? スマホ? だったらe0光♪

テレビと一緒に
フレッツ光。

虹



半円を描く主虹と副虹 (写真提供：長谷川能三氏)

虹



<http://en.wikipedia.org/wiki/Rainbow>

虹 (rainbow)

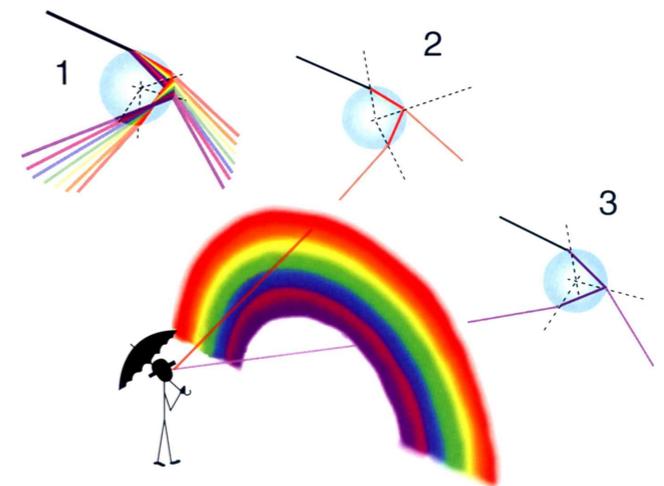
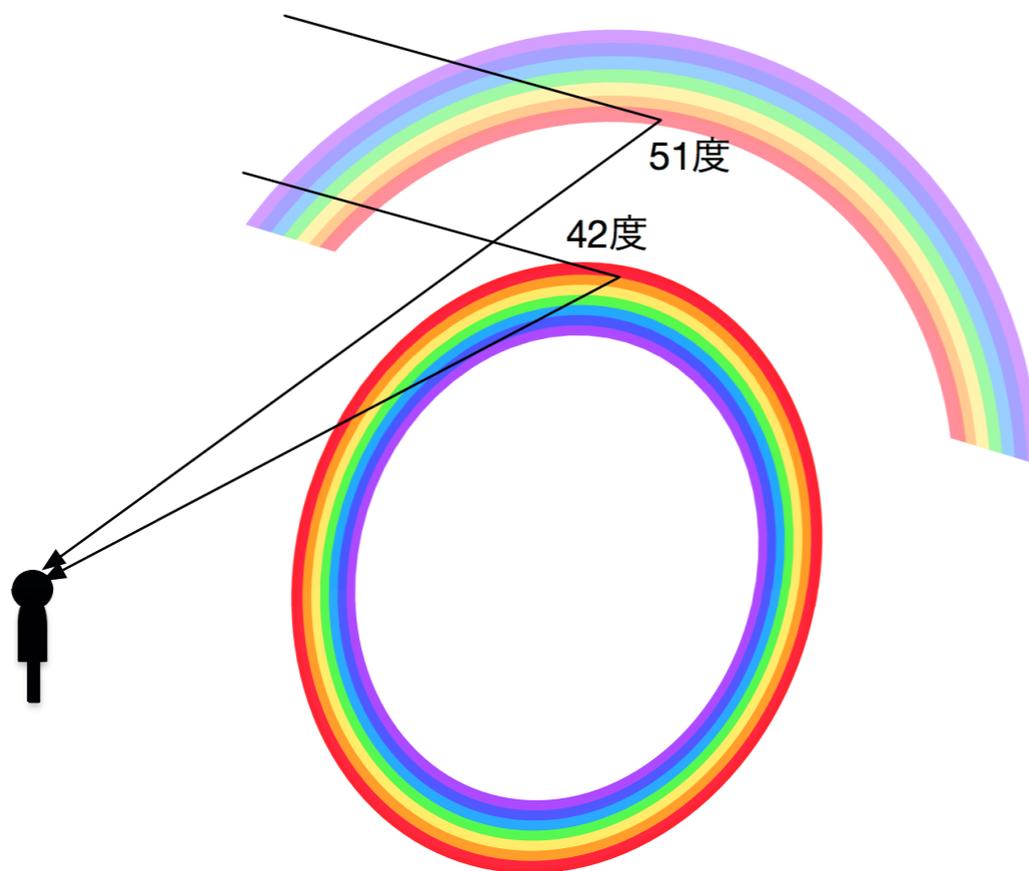
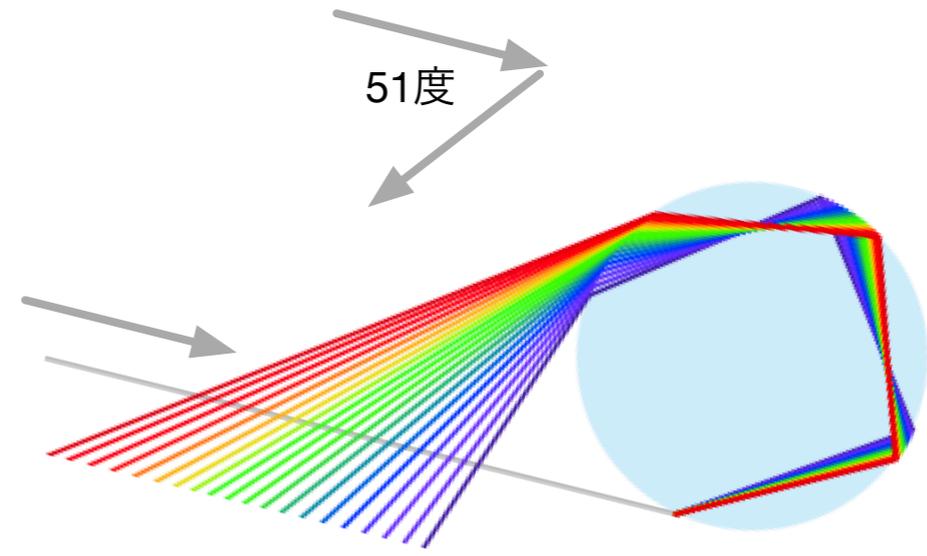
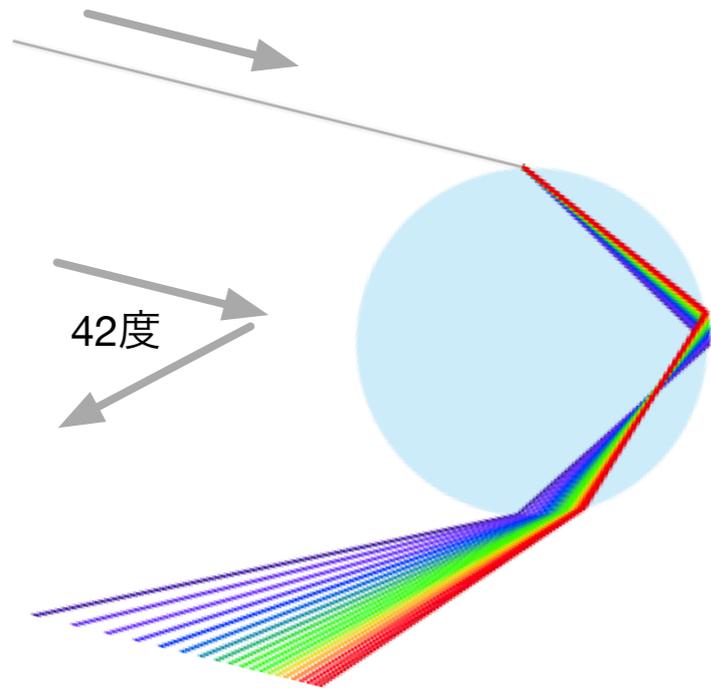
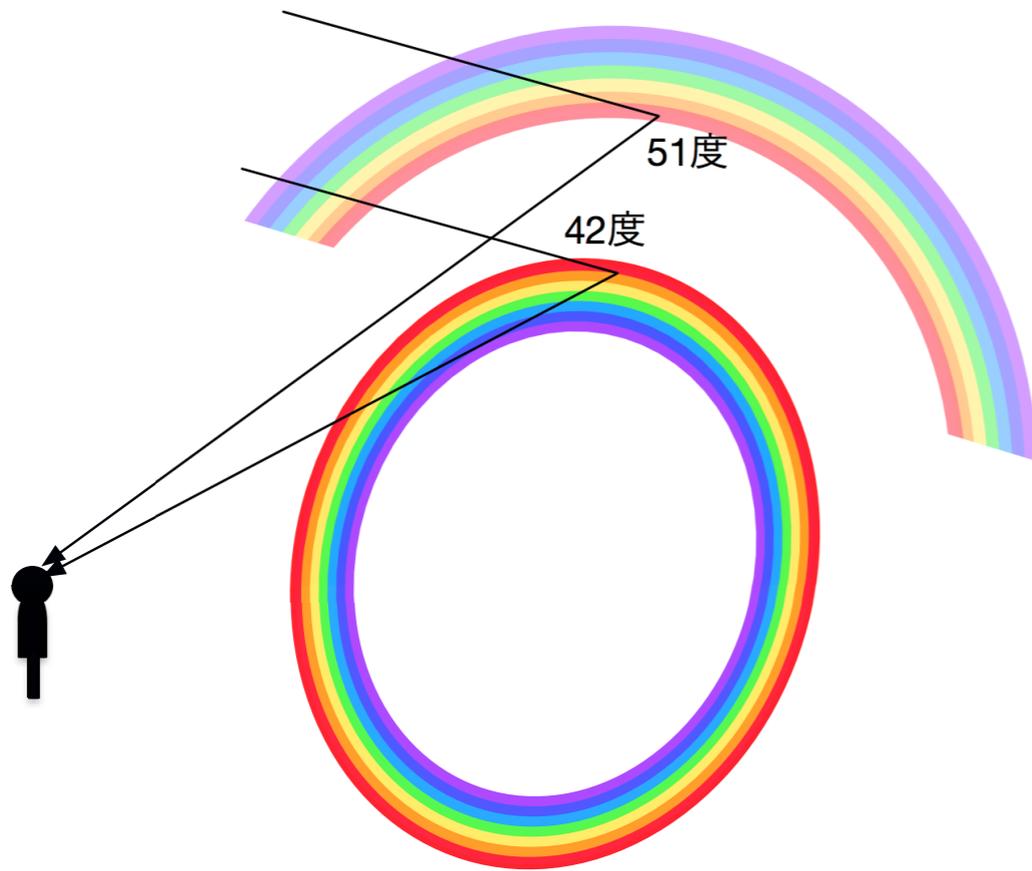
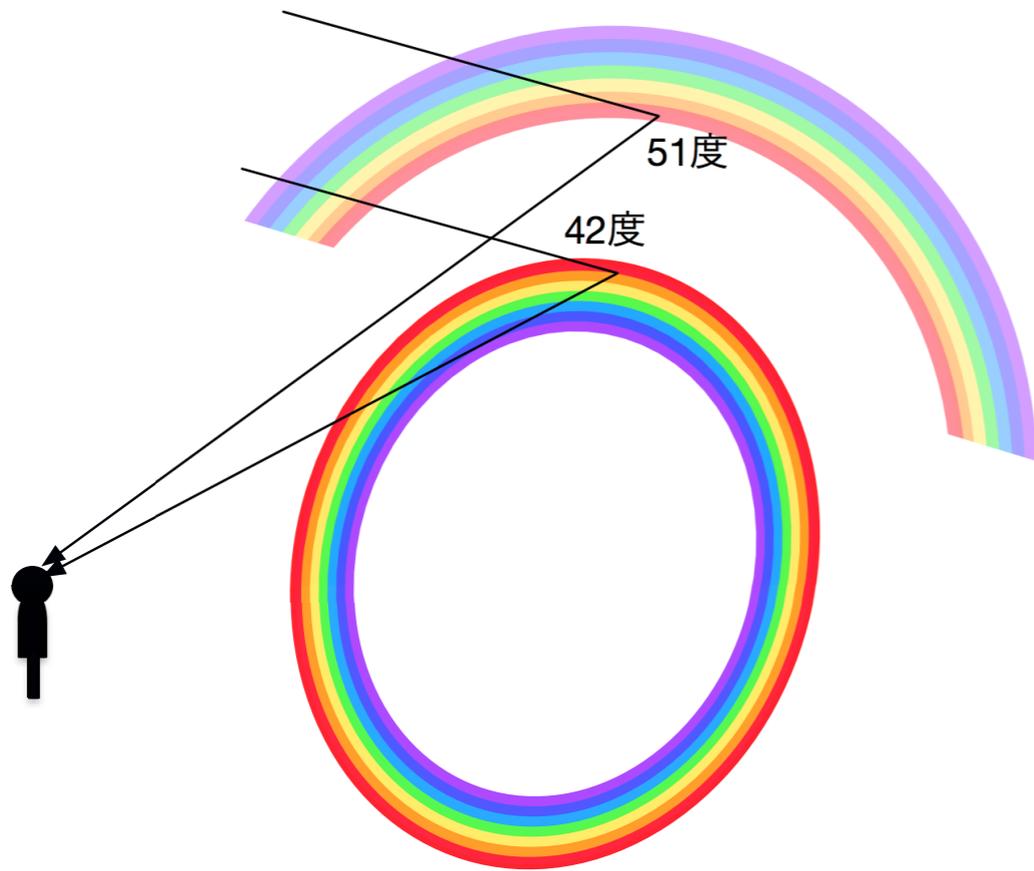
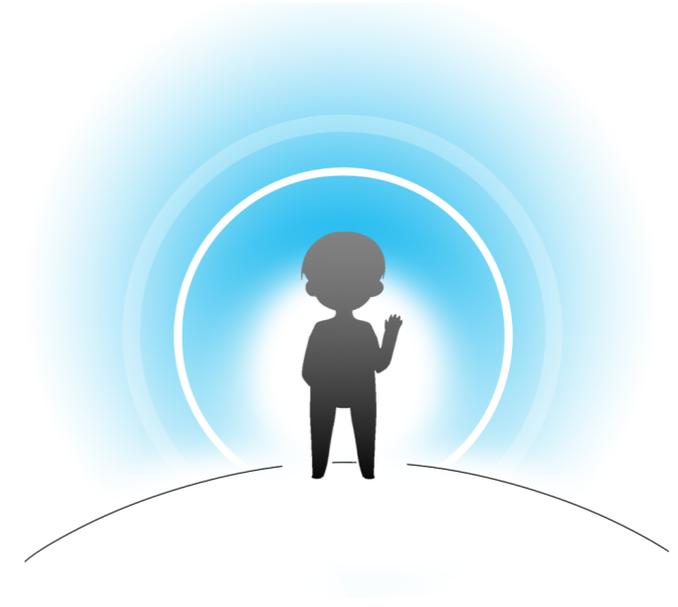


FIGURE 2.19 ► How the rainbow forms. Each water droplet, schematically represented by a sphere, is penetrated by white light, which is dispersed, then partly refracted outside the droplet, partly internally reflected.

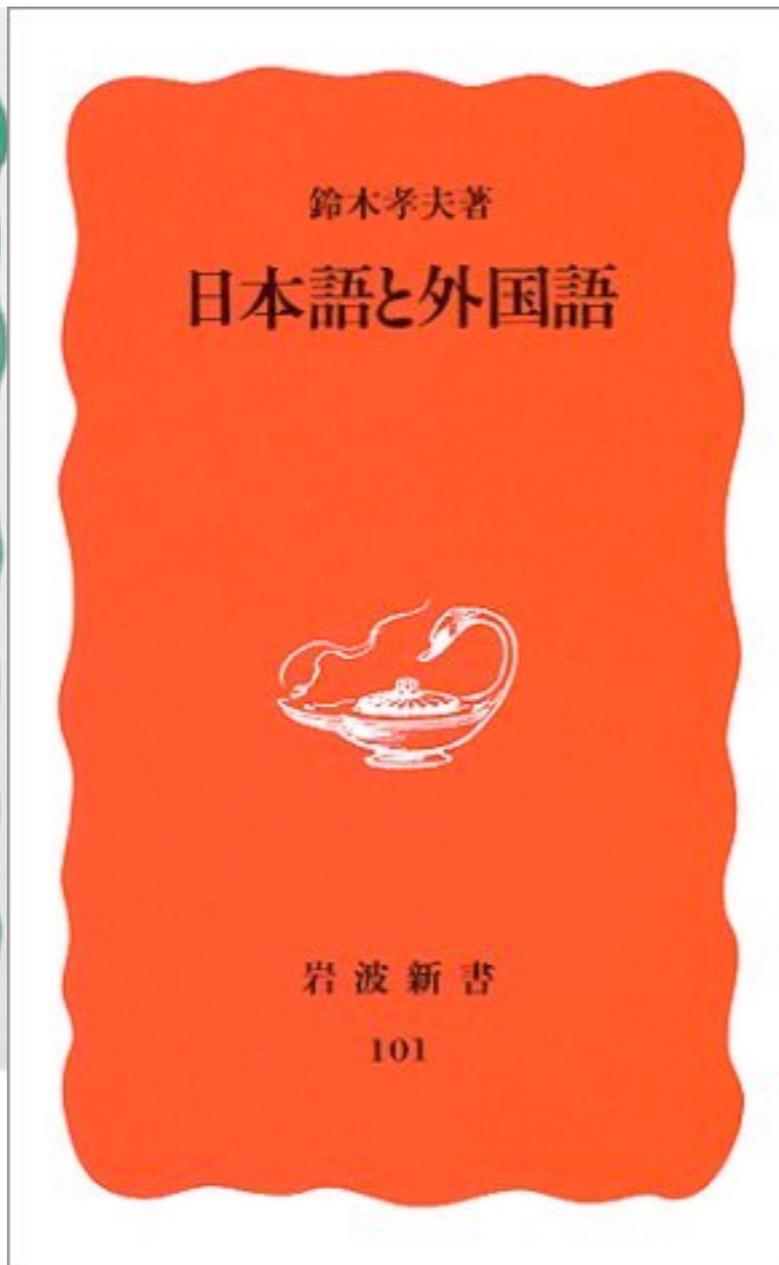
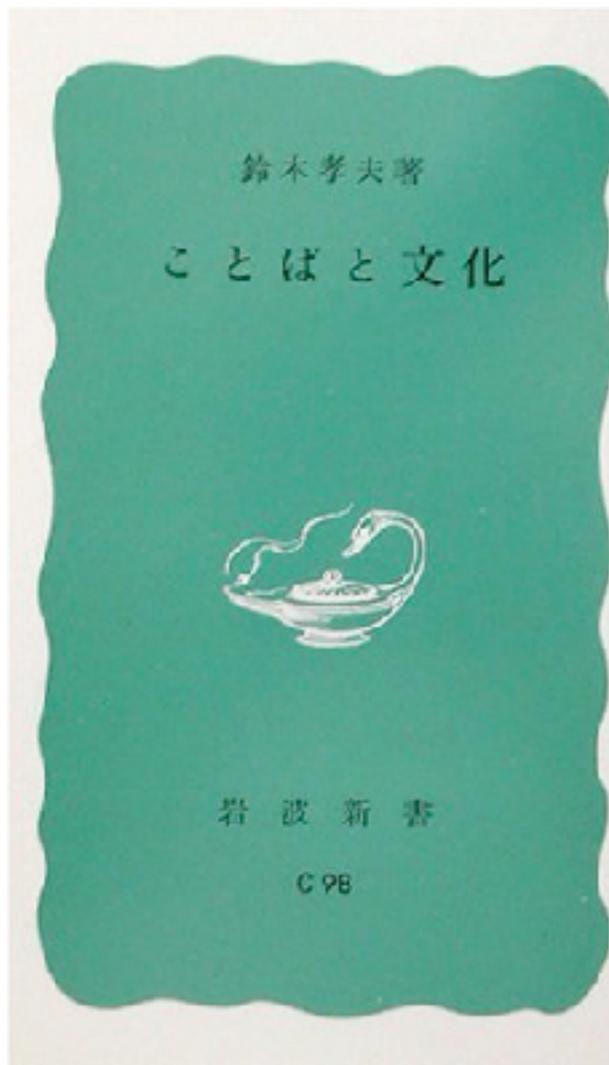
ブロッケン現象 (Brocken spectre/Solar Glory)



ブロッケン現象 (Brocken spectre/Solar Glory)



虹の色は何色か？



6色の虹の壁掛け(本文75頁)



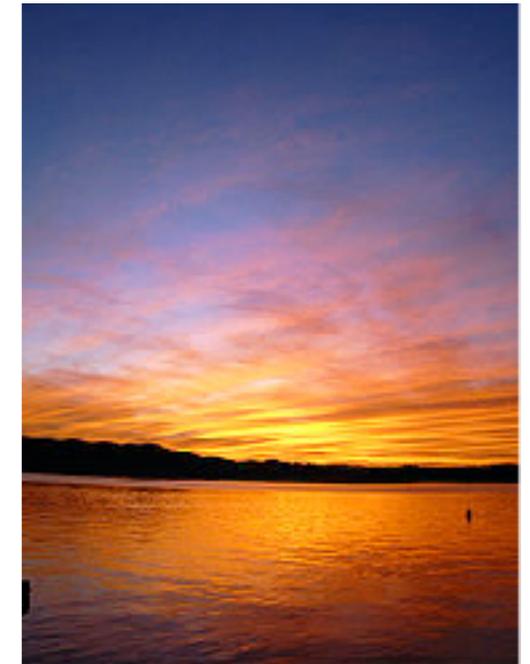
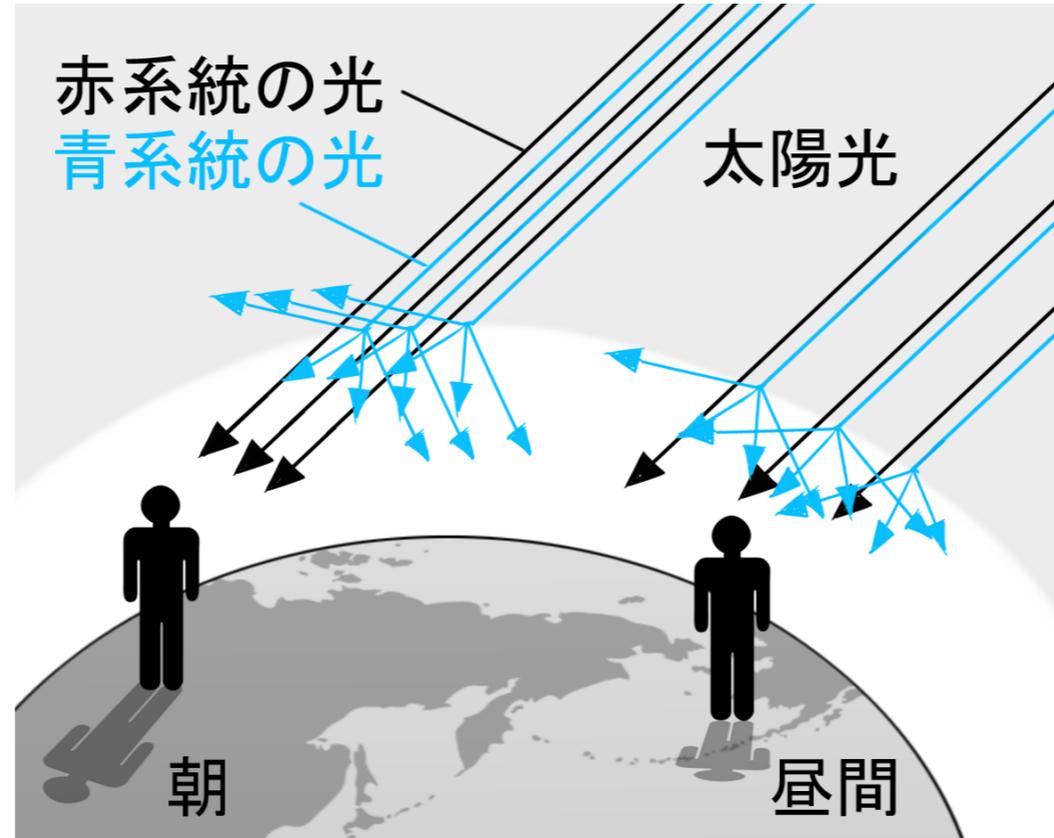
物議をかもした6色の虹の切手(下左)ほか(本文87頁, 88頁, 101頁)



モスクワ郊外の公園に立つ看板(本文86頁)

日本	7色	赤,	橙,	黄,	緑,	青,	藍,	紫
イギリス	6色	赤,	橙,	黄,	緑,	青,		紫
アメリカ	6色	赤,	橙,	黄,	緑,	青,		紫
ドイツ	5色	赤,		黄,	緑,	青,		紫
フランス	7色	赤,	橙,	黄,	緑,	青,	藍,	紫

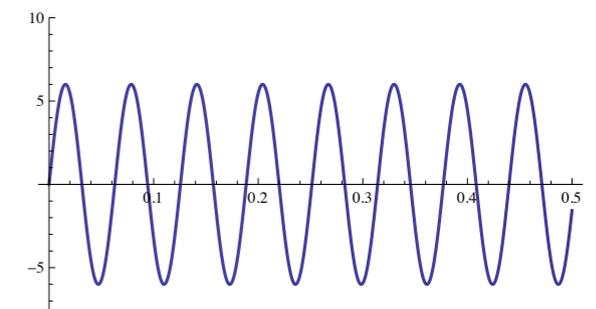
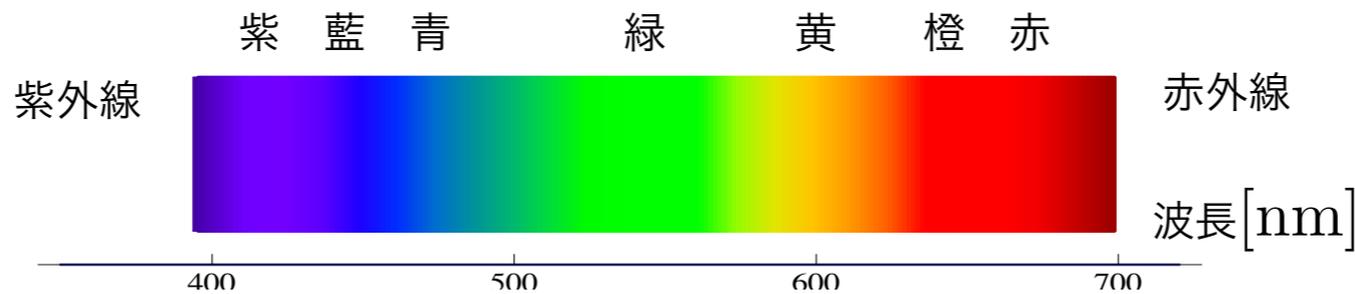
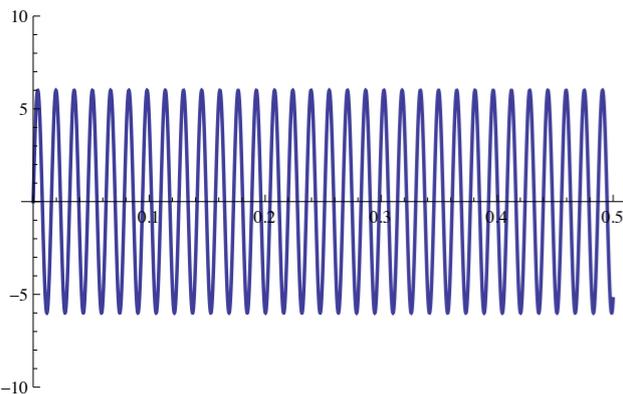
朝焼け・夕焼け なぜ赤い？



レイリー散乱 (Rayleigh scattering)

光の波長よりも小さな物体（窒素分子，酸素分子）で散乱を受ける。

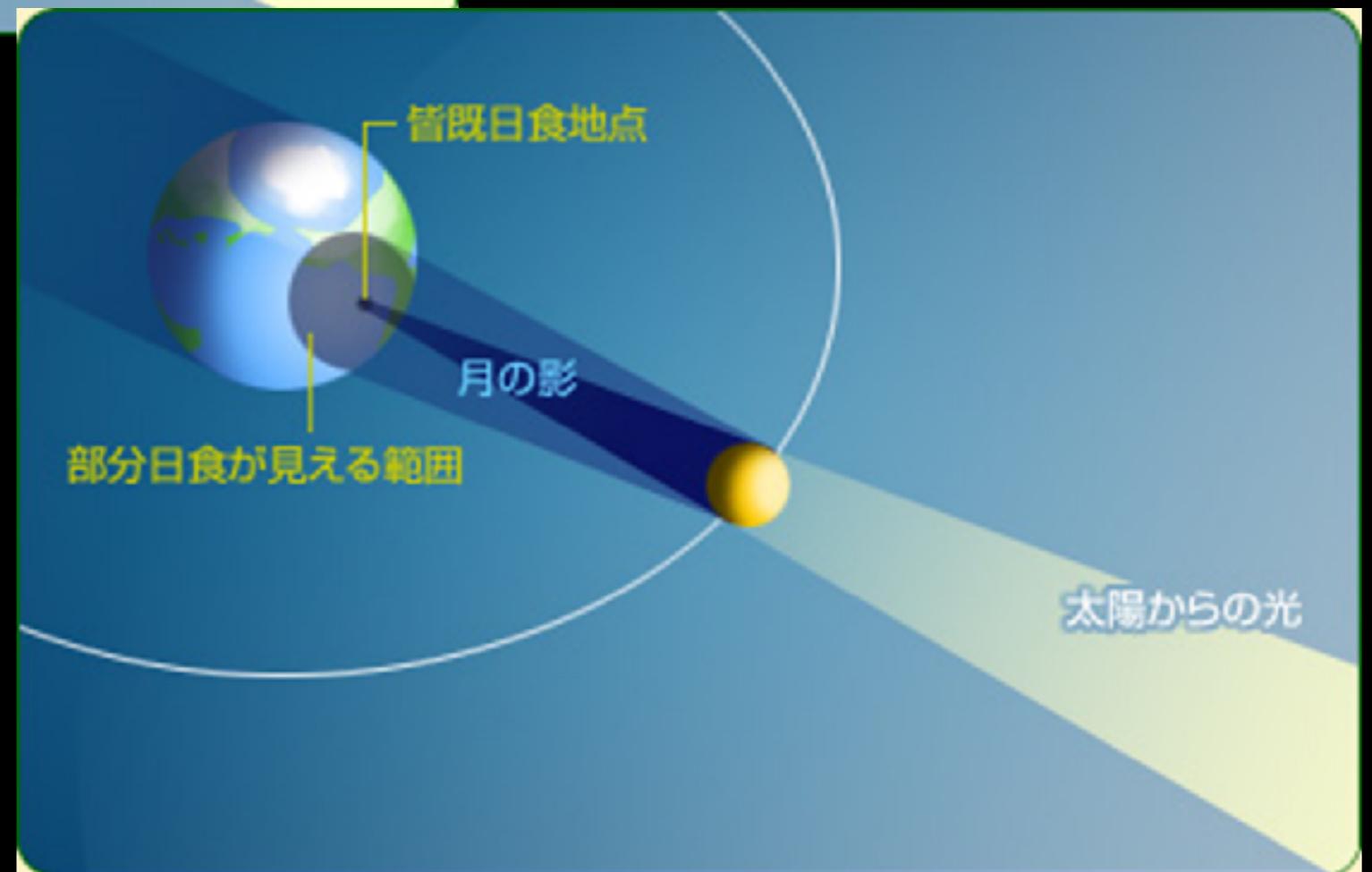
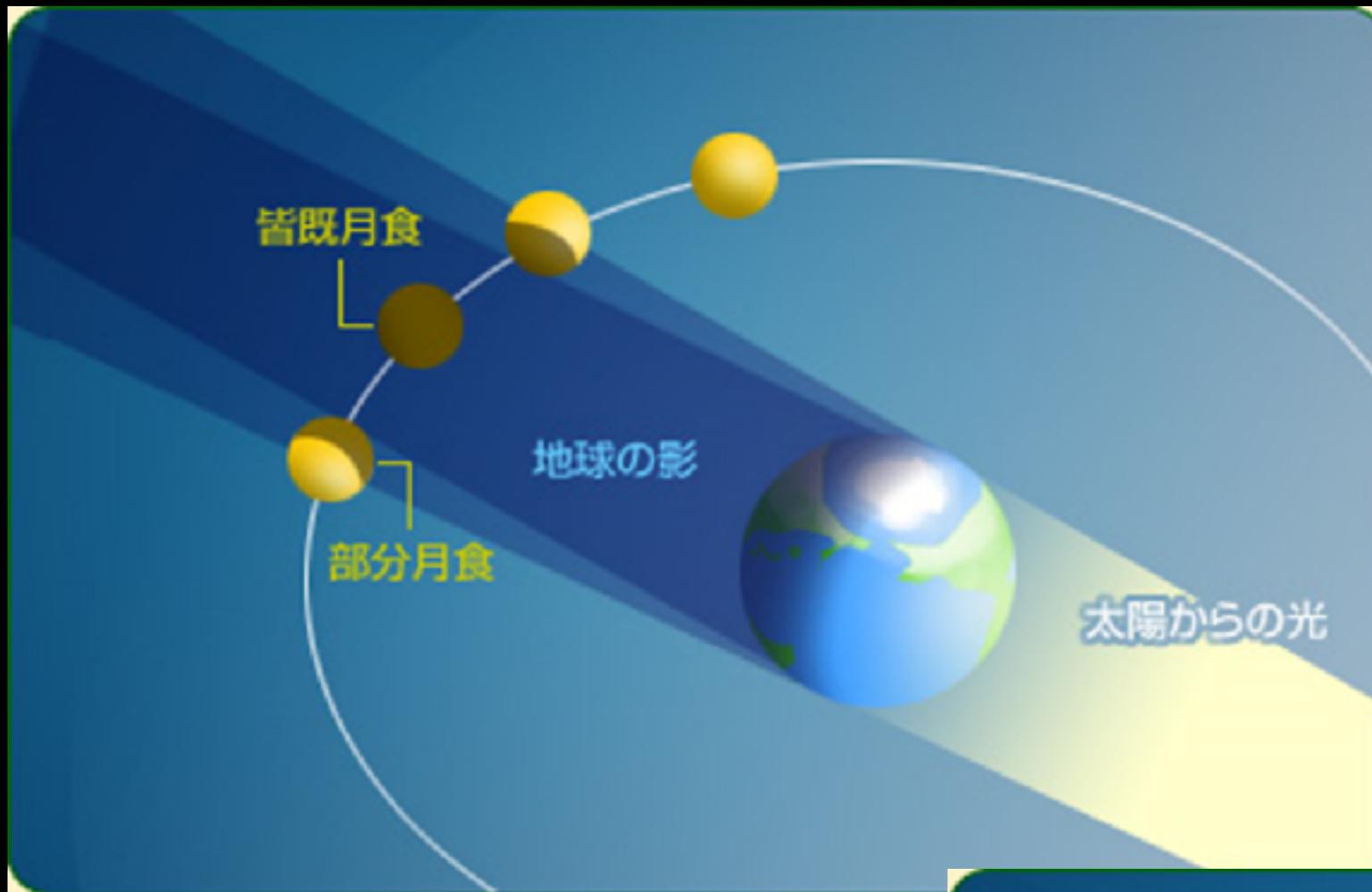
散乱する量は，波長の4乗に反比例するので，**青い光は赤い光の5倍強く散乱する**



昼間は，青い光の散乱を見上げるので，青い空

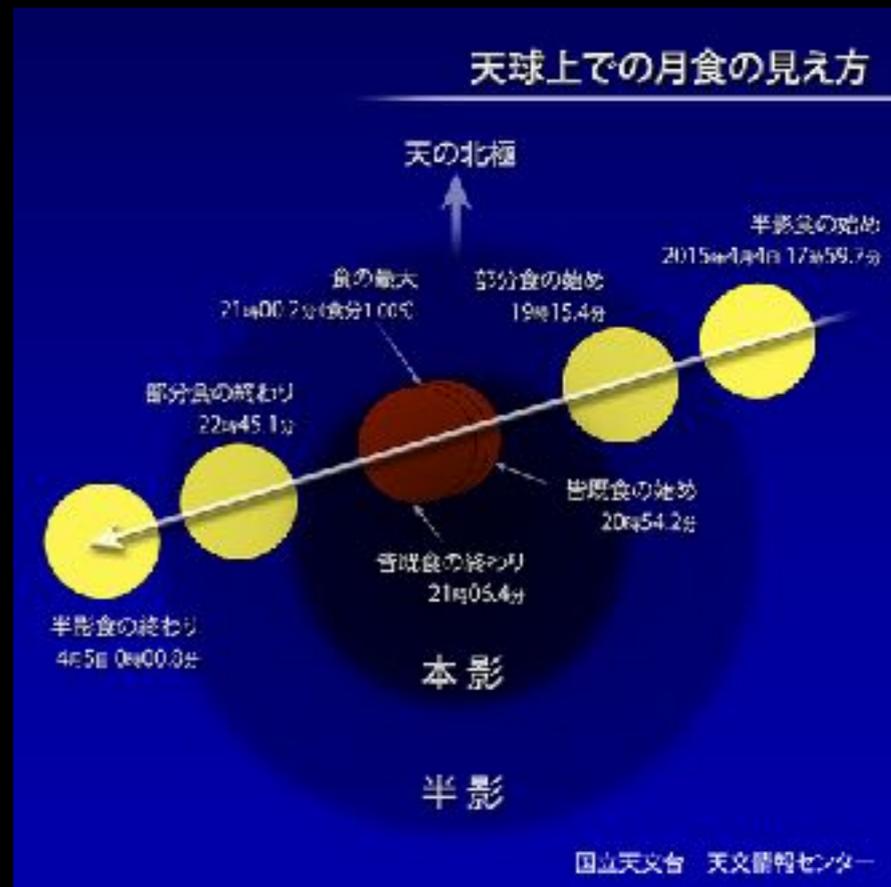
朝夕は，青い光の成分が散乱されて届かないので，白-青=赤い空

月食のしくみ



日食のしくみ

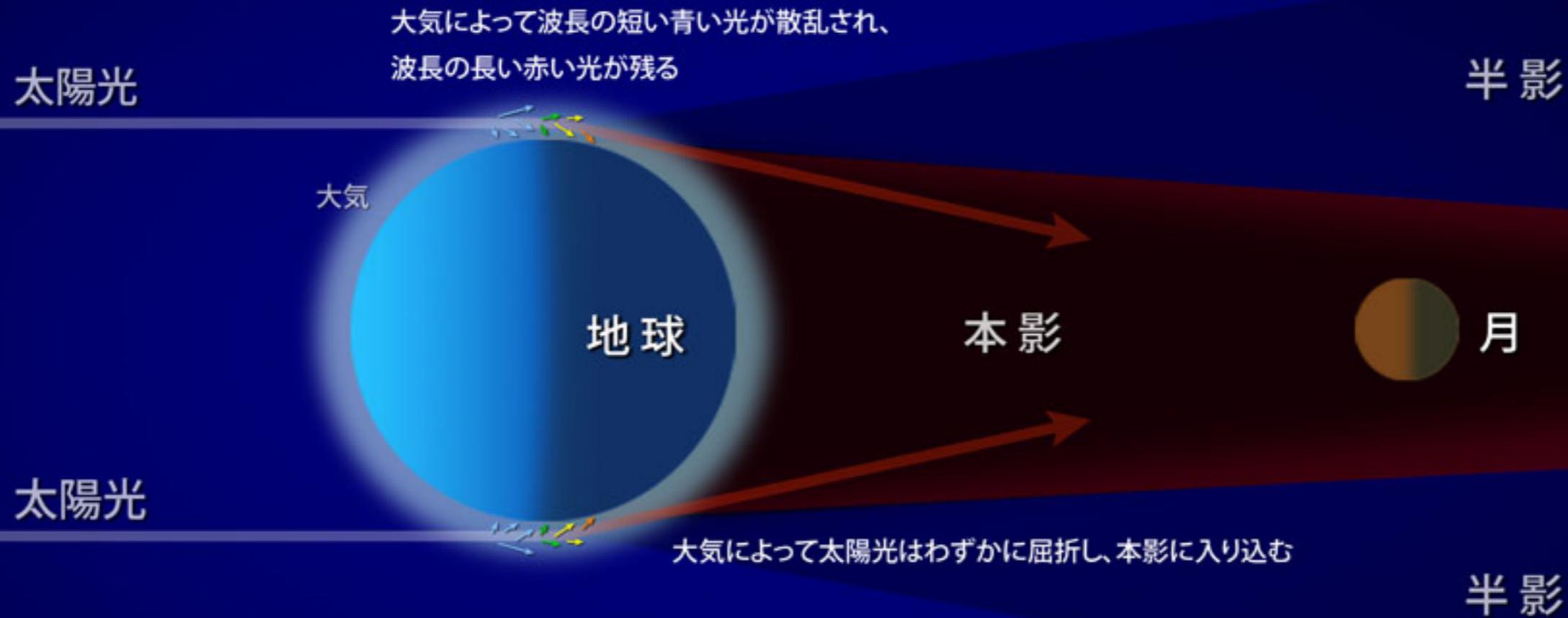
2015年4月4日 の皆既月食



19時15分 部分食の始め
 20時54分 皆既食の始め
 21時00分 食の最大
 21時06分 皆既食の終わり
 22時45分 部分食の終わり

★皆既月食になると、
 月が赤く見えるのはなぜ？

★皆既月食になると、月が赤く見えるのはなぜ？



皆既中の月が赤く見える理由

これは説明図であり、実際の距離や大きさとは異なります。

皆既月食を使って食糧を手に入れたコロンブス



クリストファー・コロンブス
(1451-1506)

4回目のアメリカ探検

船員の振る舞いが悪く，原住民が食糧配給をやめた。

1504年3月1日の皆既月食を利用

「月が血のように赤くなれば，君たちの行いに対して，
神様が怒っている証拠だ」

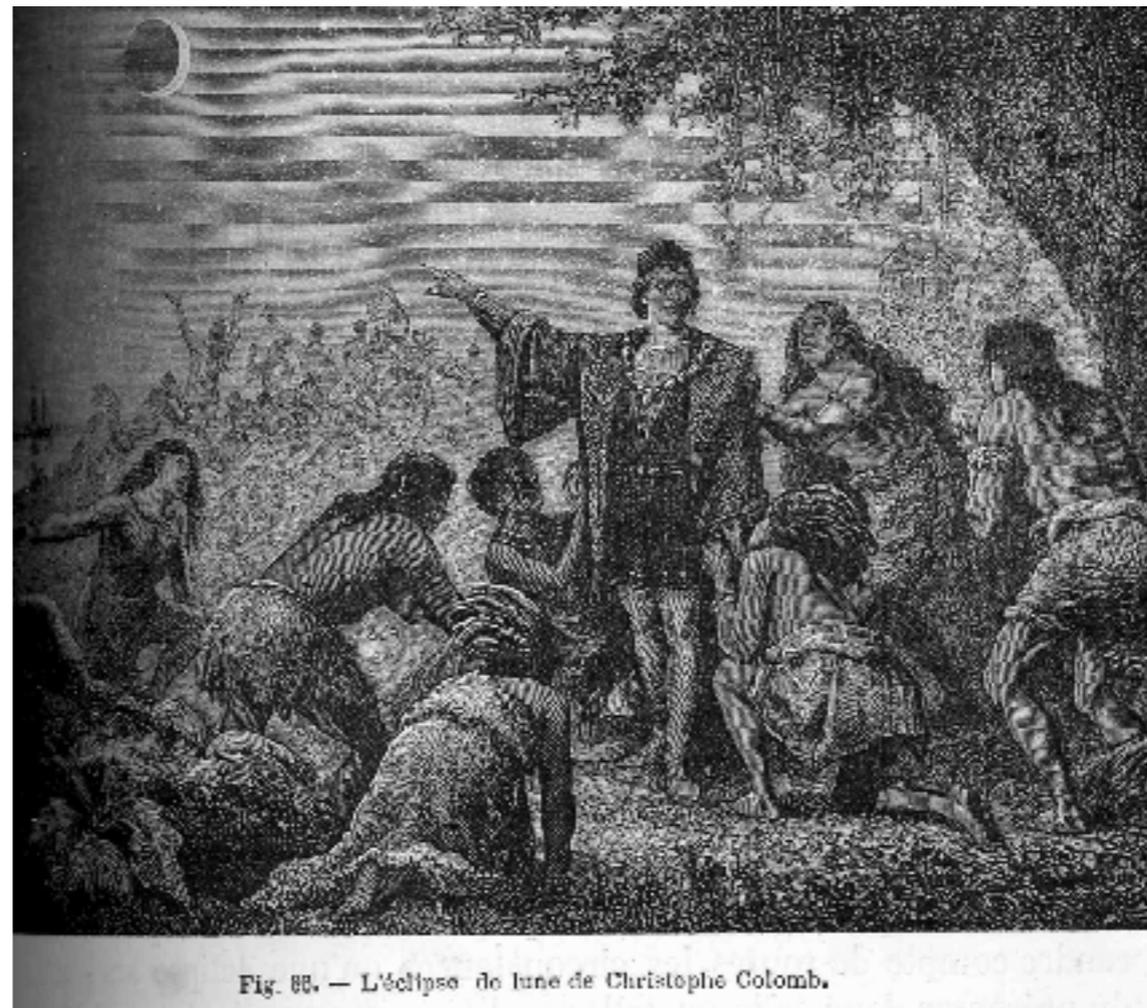
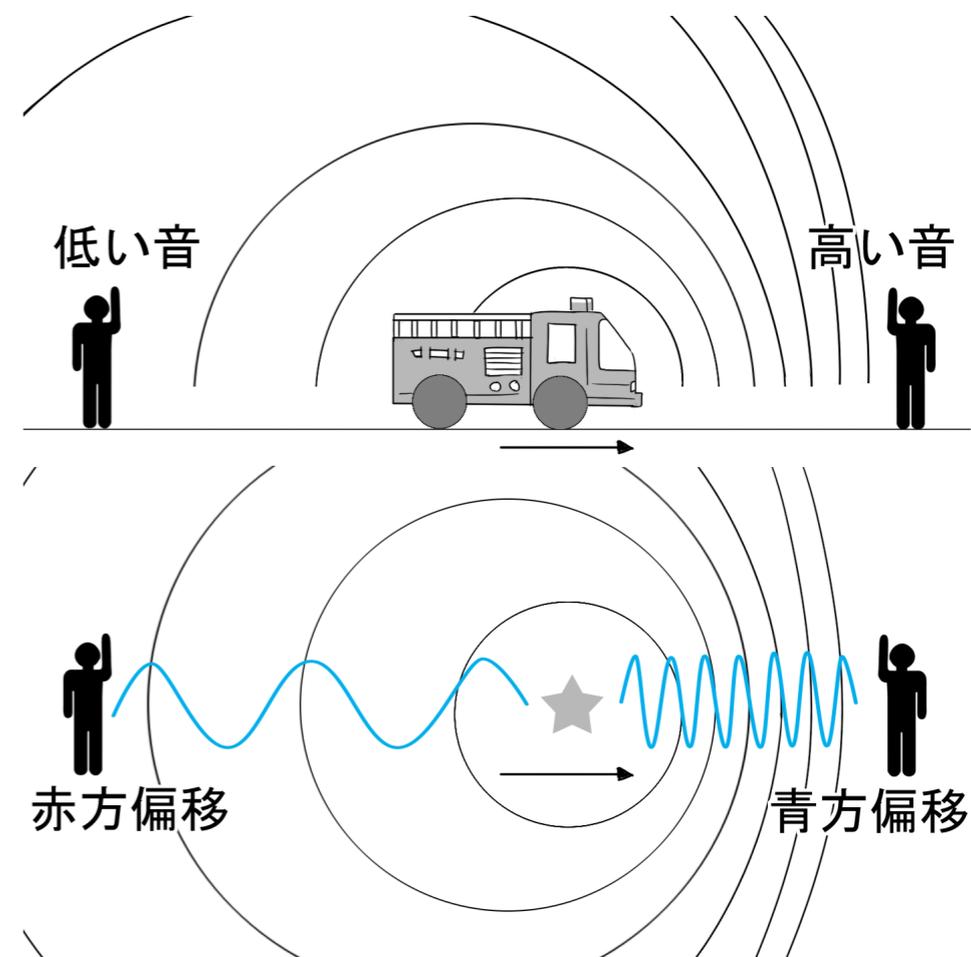
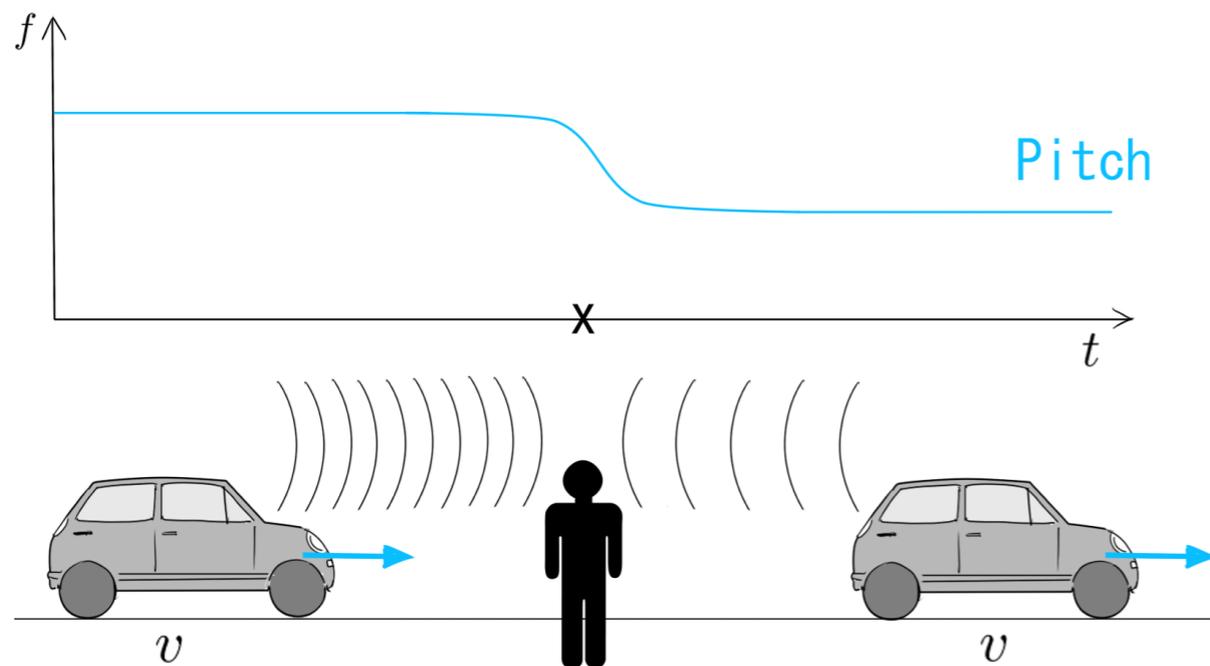


Fig. 88. — L'éclipse de lune de Christophe Colomb.

5 ドップラー効果



法則 ドップラー効果

波源や観測者が移動することによって、本来伝わる波の振動数が大きくなったり、小さくなったりして観測される現象のことをドップラー効果という。

- 音源と観測者が相対的に近づくとき、振動数は大きくなる。音波の場合は波源の出す音よりも高い音として聞こえる。
- 音源と観測者が相対的に遠ざかるとき、振動数は小さくなる。音波の場合は波源の出す音よりも低い音として聞こえる。

ドップラー効果



近づくとき

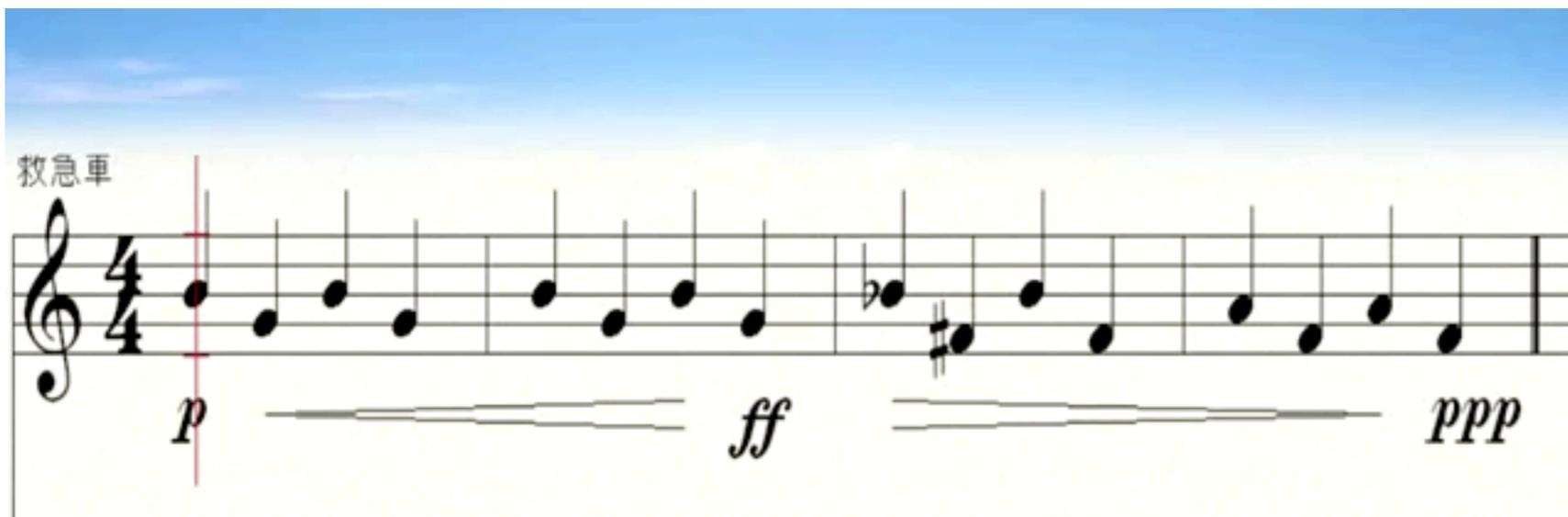
高い音

大きい音に

遠ざかるとき

低い音

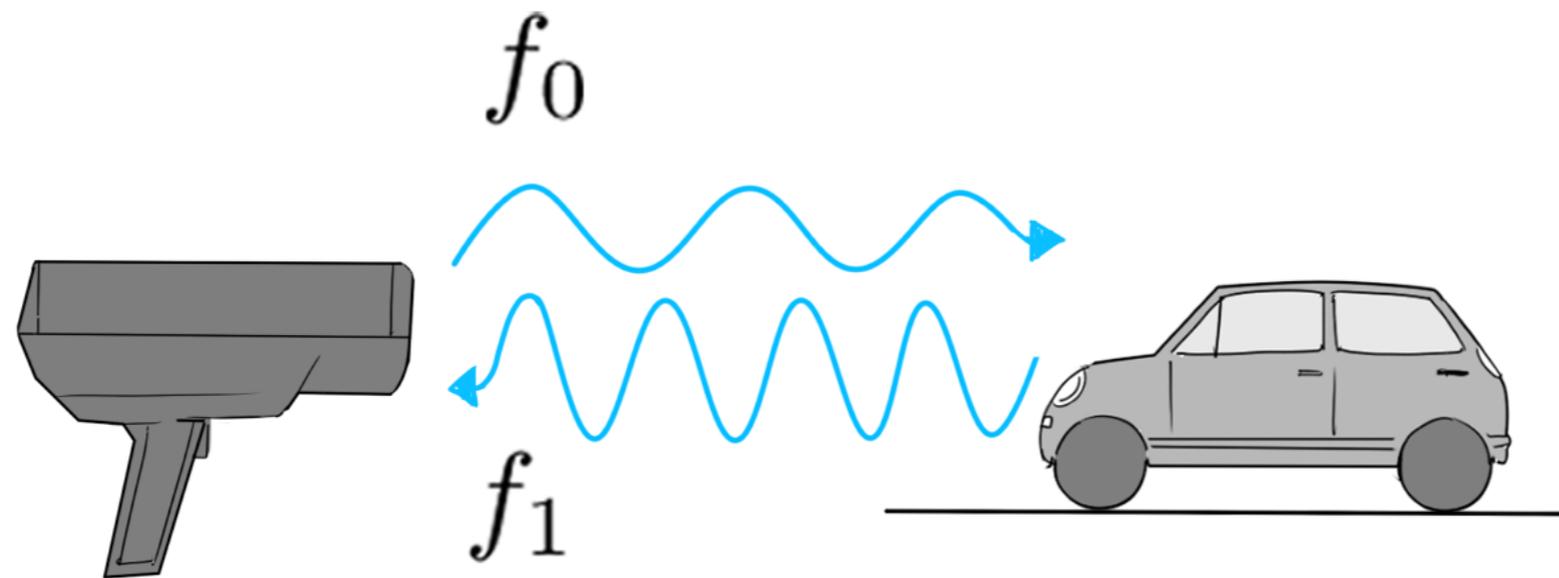
小さい音に



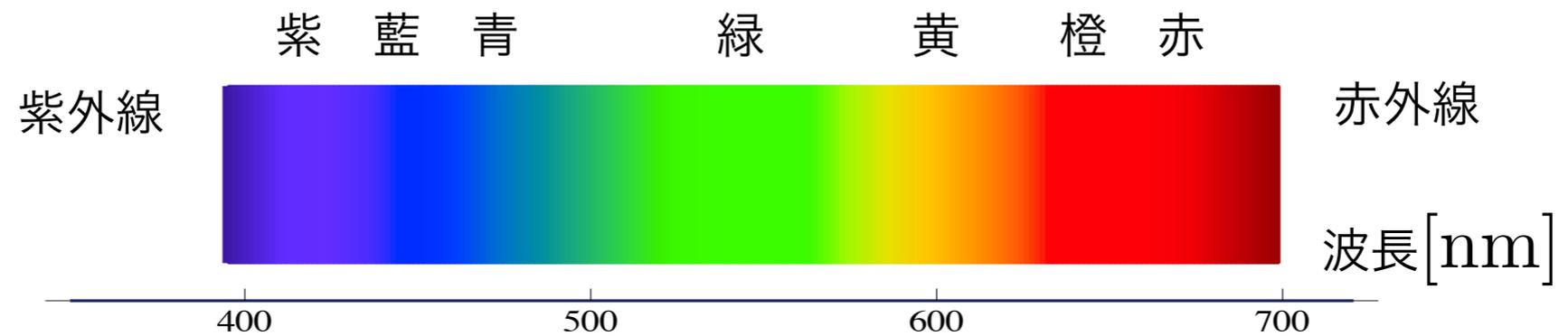
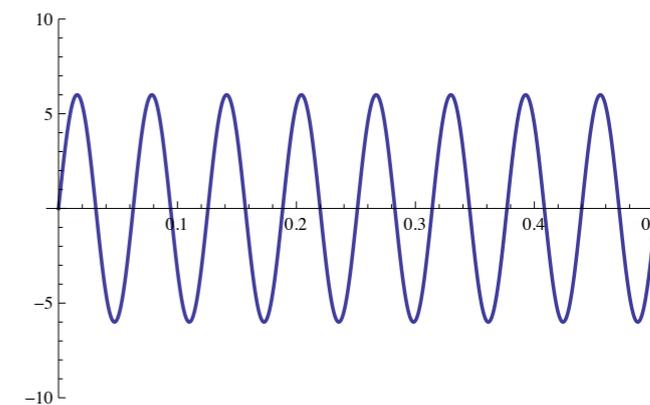
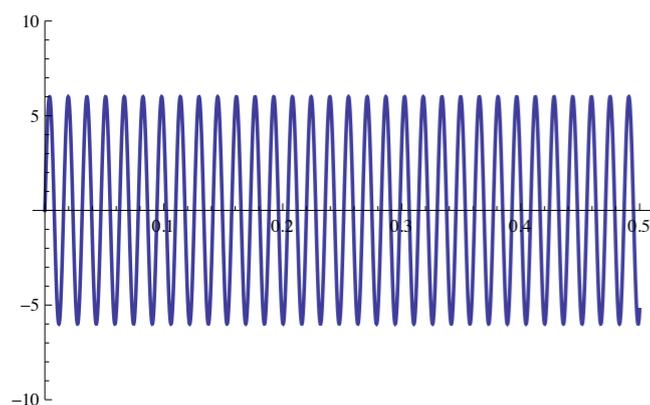
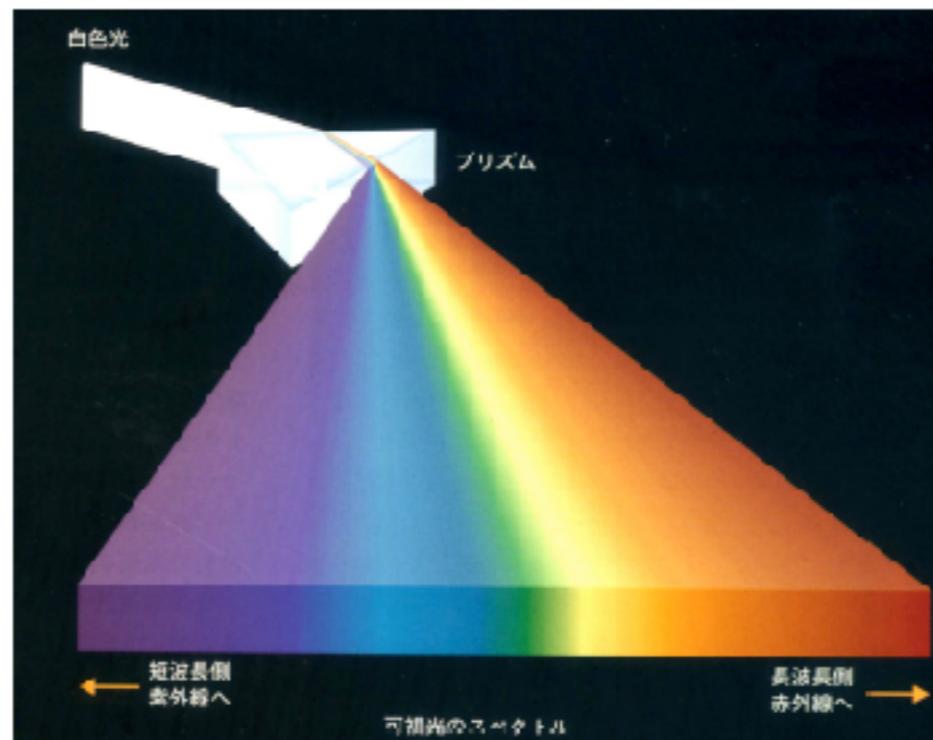
Topic

スピード測定器

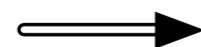
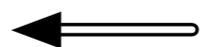
野球でピッチャーが投げたボールの速さがすぐに表示されたり，自動車のスピード違反を検出したりするために使われているスピード測定器の原理は，ドップラー効果である． 10^{10} Hz の電波（マイクロ波）を移動物体に当てて，その反射波をとらえることで，移動物体の速度がわかるしくみである．



光の色=振動数



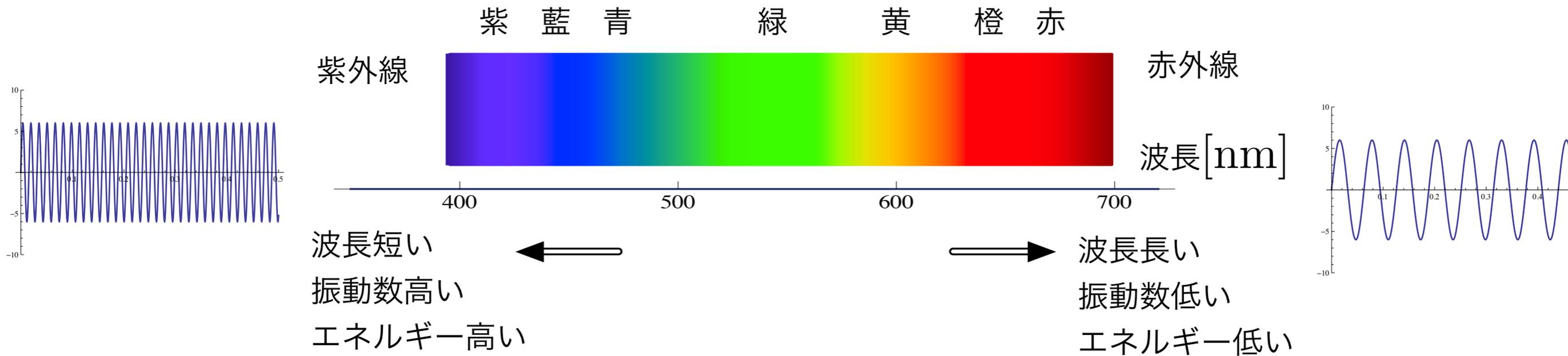
波長短い
振動数高い
エネルギー高い



波長長い
振動数低い
エネルギー低い

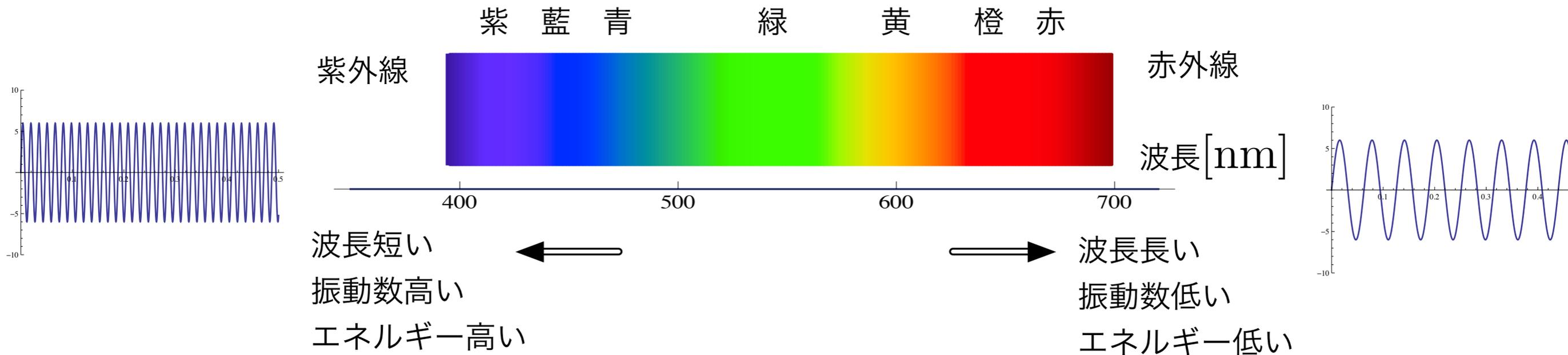
【電磁波の分類】

光の色=振動数



	宇宙線	ガンマ線	X線	光			電磁波							
				紫外線	可視光線	赤外線	マイクロ波	超短波	短波	中波	長波	超長波		
波長 [m]	10^{-13}	10^{-10}	10^{-9}	3.8×10^{-7}	7.7×10^{-7}	10^{-4}	1	10	10^2	10^3	10^4			
波長 [nm]				380	770									
振動数 [Hz]	3×10^{18}	3×10^{17}					3×10^{12}	3×10^8	3×10^7	3×10^6	3×10^5	3×10^4		
利用例		医療 / 食品照射	医療 / X線写真	殺菌	光学機器	赤外線写真	携帯電話	電子レンジ	テレビ	F M ラジオ	短波ラジオ	A M ラジオ	電波時計	飛行機の通信

光のドップラー効果



音源と観測者が相対的に近づく

=音が高くなる =色が青くなる

音源と観測者が相対的に遠ざかる

=音が低くなる =色が赤くなる



宇宙が膨張していることは どうしてわかったのか？

1929年
ハッブル, 宇宙膨張を発見

Edwin Powell Hubble
(1889–1953)

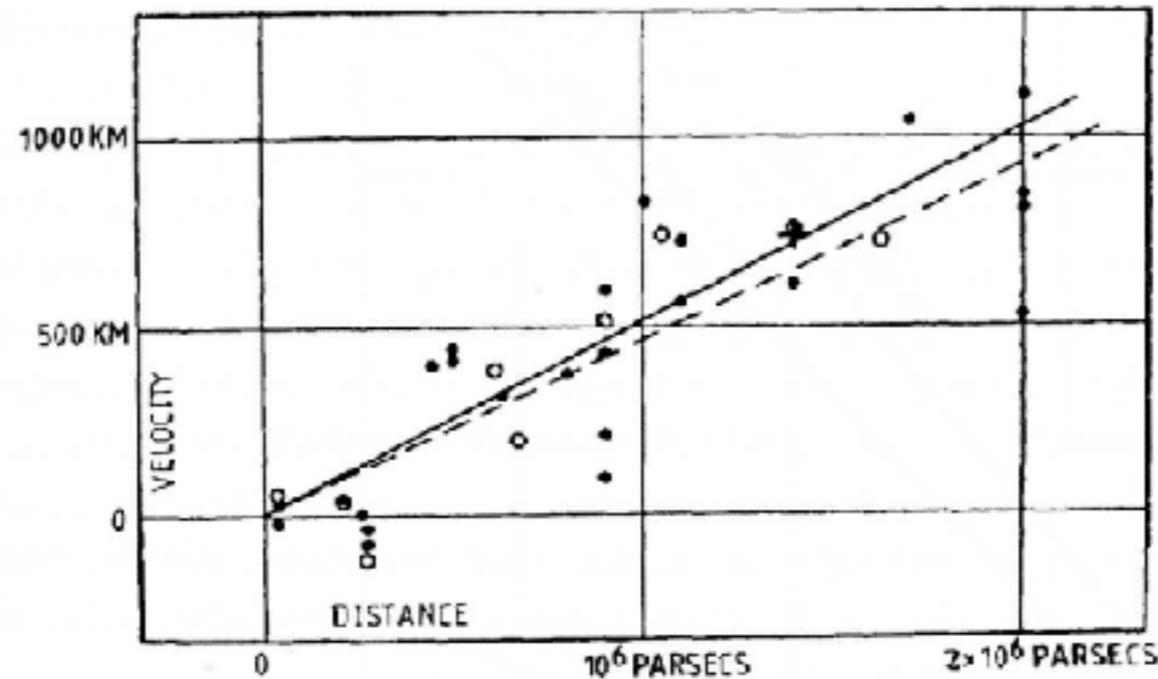
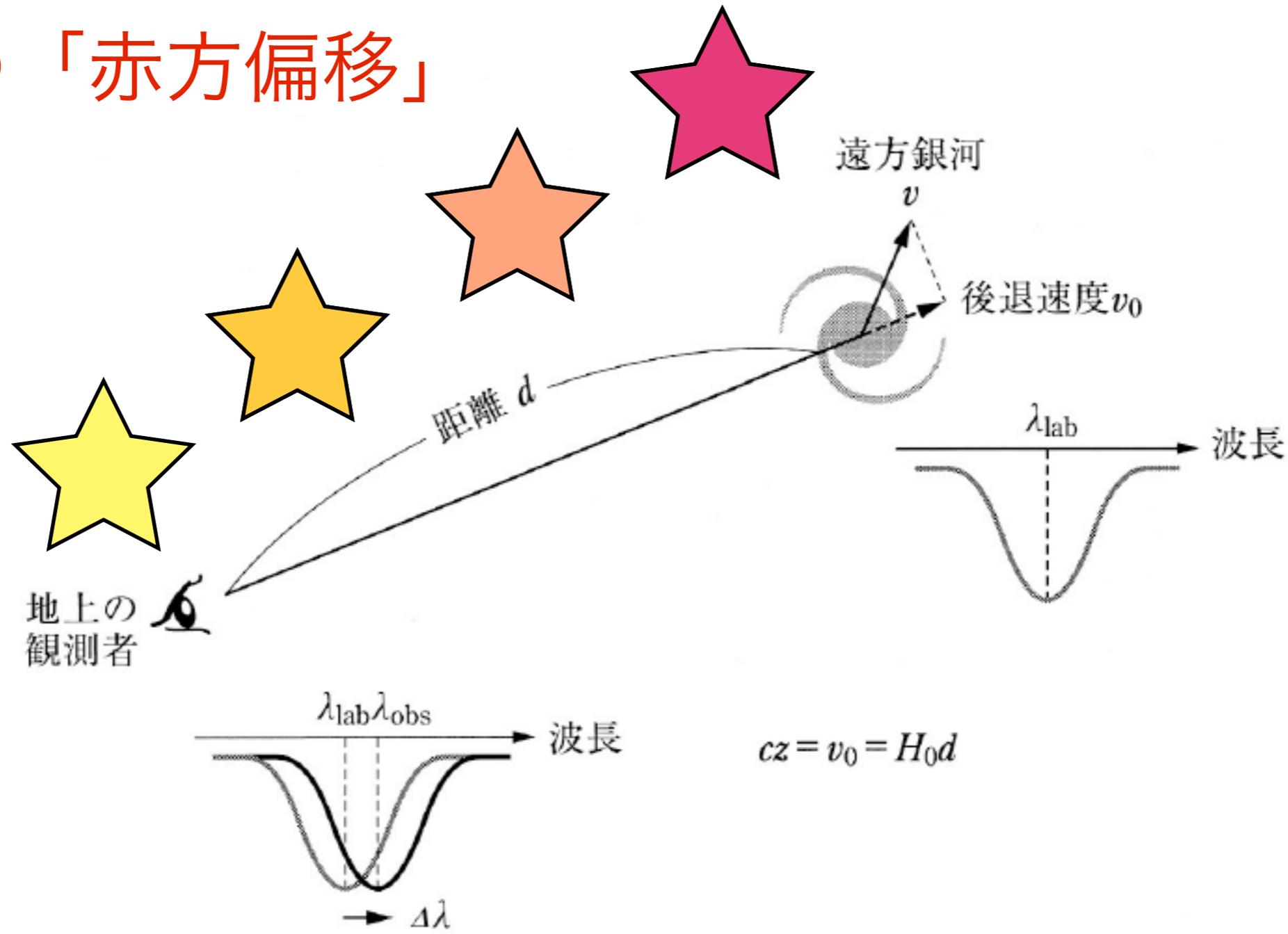


図 40: ハッブルが 1929 年に発表した図, 横軸は距離, 縦軸は銀河の後退速度, このグラフの傾きがほぼ一定になることが, ハッブルの法則である。

光の「ドップラー効果 (赤方偏移)」から

宇宙が膨張していることは どうしてわかったのか？

光の「赤方偏移」



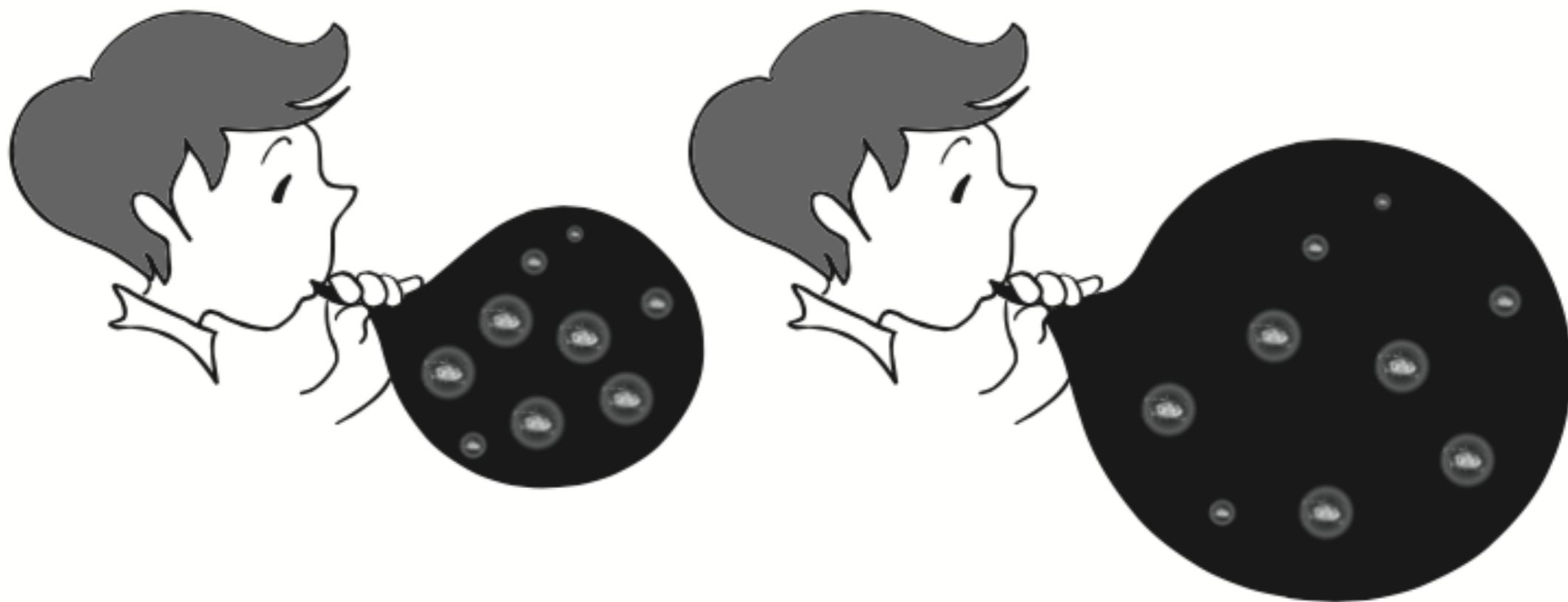


図42 遠方の銀河ほど速く遠ざかっている、というハッブルの法則は、我々が宇宙の中心にいることを意味するわけではない。

2015年9月発売
光文社新書

Topic

太陽系外惑星探査

最近数年で、太陽系以外の惑星系がたくさん観測で発見されるようになった。地球のように生命が存在しそうな惑星の発見も報告されている（生命がいるかどうかはまだ不明である）。自ら光ることのない惑星を望遠鏡で見つけるのは難しいが、その検出方法の1つとして使われているのが主星（太陽のように光る恒星）のドップラー効果である。惑星が周回運動すると、主星も重心のまわりを周回運動するのでわずかに前後にも移動する。望遠鏡で観測していると、ドップラー効果で周期的に恒星の発する光の振動数がずれるのだ。

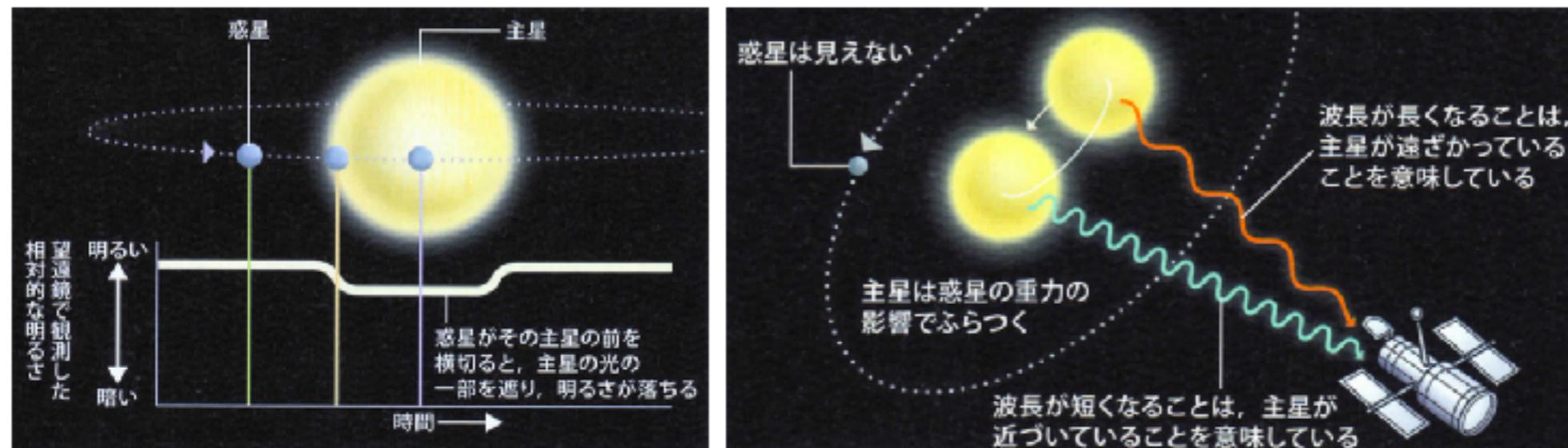


図 27: [左] トランジット法（食検出法）による惑星検出。恒星の手前を惑星が横切れば、恒星が暗くなる。木星サイズの惑星ならば約 1% の減光を生じるが、地球サイズの惑星なら 0.01% の減光になる。[右] ドップラー偏移法（視線速度法）による惑星検出。恒星がふらつくことによるドップラー偏移を検出する。



日の出直後の強い太陽の光が、アメリカ・カリフォルニア州のヨセミテ国立公園にある滝に虹をつくります。

強い風が滝の流れを広げてスクリーンをつくり、岩肌を背景にすべての色のスペクトルを映し出します。

写真家のグレッグ・ハーローは、シエラネバダ山から日の出を待ち、赤い光が差し込むのを待ちました。

その日の朝、この幸運な光景を目にできたのは数人でした。

National Geographic
ナショナル・ジオグラフィック

平成 30 年 (2018 年) 度 西宮市生涯学習大学 宮水学園せいかつ講座 (6 月 14 日)

こんなところが物理学



真貝寿明 (大阪工業大学, 武庫川女子大学)

<http://www.oit.ac.jp/is/~shinkai/>

身の回りで見られる現象から宇宙まで, 1つの方程式で運動を表すことができる, というのが物理学の魅力です. 今年の夏に話題となる「火星の大接近」や「7月30日の皆既月食」の話を含め, 「光」の話を中心に物理学を紹介します.

参考資料: 『日常の「なぜ」に答える物理学』(真貝寿明, 森北出版, 2015)

