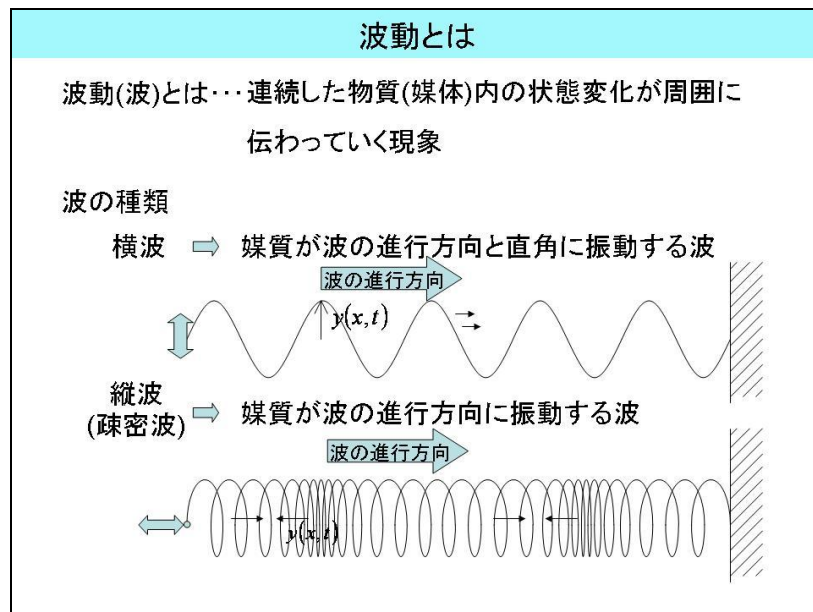


1. 波動とは



- | | |
|--|--|
| 1. これから波動の勉強をします。 | 1. Today, we study wave motion. |
| 2. たとえば、水の表面に現れる波や、音など波動に関する多くの現象に出会います。 | 2. We see many phenomena related to wave motion, for example, water waves and sound. |
| 3. このように波動とは連続した物質内の状態変化が周囲に伝わっていく現象の事です。 | 3. Such wave motions are phenomena where a disturbance in a material propagates to its surroundings. |
| 4. 波動は、単に波ともいわれます。 | 4. Wave motion is also simply called a wave. |
| 5. 波には、縦波と横波という二種類の波があります。 | 5. There are two kinds of wave, that is, a longitudinal wave and a transverse wave. |
| 6. この図は、張った糸の端をもって、横方向に振動を与えている様子を示しています。 | 6. This figure shows that one edge of a stretched string is shook laterally |
| 7. 横波とは、このように媒質が波の進行方向と直角に振動する波の事です。 | 7. In a transverse wave, a medium oscillates perpendicular to the direction of wave propagation. |
| 8. 波が x 方向に進行すると考えると、横波では、ある一点での変位 y が x 軸と垂直な方向になっています。 | 8. Suppose that a wave propagates in the x -direction. In a transverse wave, a point deflects in the y -direction perpendicular to the x -direction. |
| 9. つぎに、この下の図は、軟らかいコイルバネの片側を波の進行方向に前後に動かしたときに伝わる波を示しています。 | 9. Next, in the lower figure, one end of a soft spring is moved periodically in the same direction as the wave propagates. |

10. 縦波とは、このように媒質が波の進行方向に振動する波のことです。 10. A longitudinal wave is a wave in which a medium oscillates in the same direction as the wave propagation.
11. いま、波が x 方向に進行すると考えると、ある一点での変位 y は、 x 軸と同じ方向になっています。 11. In this case, both the propagation and the point deflection are in the same x -direction.
12. 縦波は、密と呼ばれる媒質が詰まった点と、疎と呼ばれる媒質が広がった点が交互に現れるため、疎密波ともいいます。 12. In the longitudinal wave, compressions (where the medium is compressed together) and rarefactions (where the medium is spread apart) appear alternately. Therefore, it is also called a compression wave.

キーワード

・波動、 ・波、 ・縦波、 ・横波、 ・疎密波

日本語解説

文4「波」

風などによって揺れ動いた水面に高低が生じ、押しやるように次々に伝わっていく現象を「波」といいます。「波」という漢字は、「氵（水）」と「皮」からなり、水が毛皮のようになみうつことを表しています。そこから、休むことなく押し寄せ、個人が抵抗することができないもの（例：「時代の_____」「不況の_____をかぶる」）や起伏があり、高低が常に入れ替わること（例：「景気回復の_____に乗る」「作品に_____がある」）を表します。

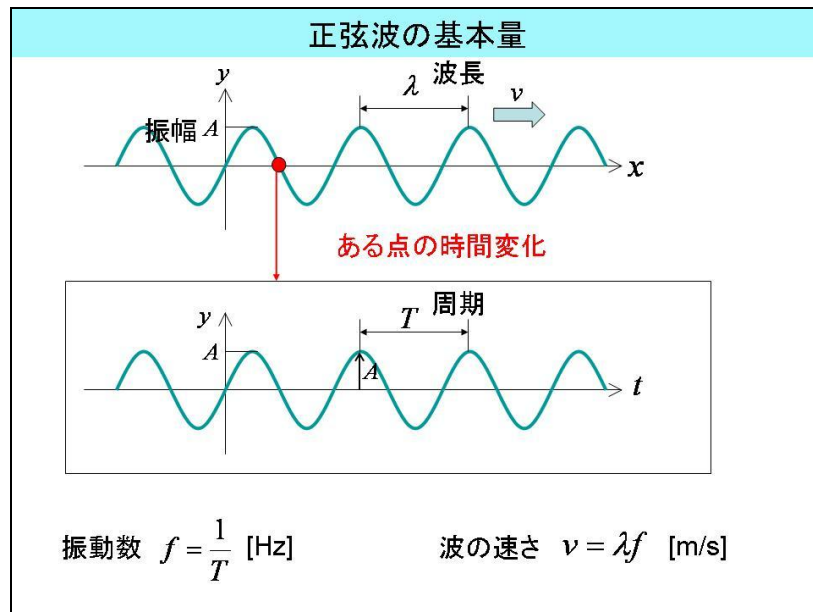
文7「媒質」

物理的作用をひとつの場所から他の場所へ伝達する仲介物を「媒質」といいます。「媒」という漢字は、「女」と「某」からなり、「某」は神木に祈る・はかることを表します。「媒」という字は、男女の結婚を仲立ちすることを表しています。「媒」を使った言葉に「媒介、媒酌、触媒、霊媒」などがあります。

文12「疎密」

「疎」とは、あらいこと、まばらなことを表しています。反対に、「密」とは、細かくすきまがないこと、関係がちかしいことを表しています。したがって、「疎密」という言葉は、あらいことと細かいことを意味します。

2. 正弦波の基本量



1. 次に、最も基本的な波である正弦波を用いて、波に関する基本量について説明します。
 2. 正弦波とは正弦関数、すなわちサインカーブで表される波です。
 3. 一般に、波による変位は時間と位置に依存するものです。
 4. この上の図は、ある瞬間、すなわちある時刻における波の形を示しています。
 5. x 軸は位置、 y 軸は波の高さ表しますが、縦波の場合には x 軸方向の変位を 90° 回転させて表せば同じ形となります。
 6. 一方、ある地点における波の大きさに注目すると、それは時間的に変化しているので、この下の図のように、横軸に時間 t をとれば、同じような正弦波となります。
1. Next, I will explain the fundamental parameters related to a wave using a sinusoidal wave.
 2. A sinusoidal wave is expressed by a sine function.
 3. In general, the deflection of a wave is a function of time and position.
 4. The above figure shows the shape of a wave at an instance.
 5. The x -axis represents the position and the y -axis represents the height of the wave. In the case of a longitudinal wave, the wave has the same shape if the deflection in the x -direction is turned by 90° .
 6. When we observe the deflection of one point, it oscillates as a function of time. Therefore, if the abscissa represents time, the wave has the same sinusoidal function.

7. 波の変位, すなわち上下両方の図における y 方向の変位を振幅といい, A で表します.
8. 上の図で, となりの波の対応する位置の間隔, たとえばこの図では山のピークの点の間隔ですが, その距離を波長といい, λ で表します.
9. 一方, 下の図でこれに対応する距離は, 1つの点が1往復する時間, すなわち媒質が元の位置に戻るまでの時間に相当しますが, それを周期といい, T で表します.
10. 一般に, 1秒間に1つの点が往復する回数を振動数といい, f で表しますが, その値は周期を用いると $\frac{1}{T}$ となります.
11. 上の図で, 波の進行する速さを v で表すと, ある地点を1秒間に波長 λ の波が f 個通過するから, v は λ と f をかけたものとなります.
7. In both figures, the maximum deflection, namely the height in the y -direction is called an amplitude.
8. In the above figure, the distance between the adjacent corresponding points, for example, the distance between the peaks in this figure, is called a wave length and is denoted by λ .
9. In the lower figure, the corresponding distance represents the time necessary for a point to return to the same position, is called a period and is denoted by T .
10. In general, the number of repetitions in one second is called a frequency and denoted by f . This value is expressed using a period as $\frac{1}{T}$.
11. In the above figure, let the velocity of wave propagation be v . Then, v is obtained by multiplying λ and f , because f waves with the wave length λ pass a certain point in one second.

キーワード

・正弦波, ・波長, ・周期, ・振動数

日本語解説

題「弦」

「弦」という漢字の「玄」は、両端が引っ張られた糸を表します。「弦」という字は、弓のつるや弓なりの月を表します。バイオリンのような糸が張られた楽器を「弦楽器」といいます。

3. 波の数式表現

波の数式表現

x の正方向へ進む場合

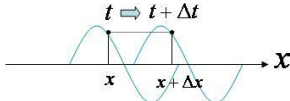
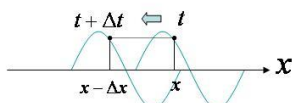
$$y(x, t) = A \sin 2\pi f \left(t - \frac{x}{v} \right)$$

$$= A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

x の負方向へ進む場合

$$y(x, t) = A \sin 2\pi f \left(t + \frac{x}{v} \right)$$

$$= A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)$$

1. つぎに、波を表す式について説明します。 1. Next, I will explain the equations which express waves.
2. さきほど説明したように、波はサインカーブを描くため、式はサイン関数となります。 2. As mentioned before, the wave has a sinusoidal shape and is expressed by a sine function.
3. 波は時間によっても、また位置によっても変化するため、波は位置 x と時間 t の関数となります。 3. Wave changes depending on time and position, therefore it is a function of both position x and time t .
4. やや天下一的になりますが、ここに示されている式が、進行する波を表す式です。 4. Although the process of derivation of this equation is skipped, a propagating wave is represented by these equations.
5. 1つ目の式が、波が x の正方向に進む場合で、2つ目の式が負の方向に進む場合です。 5. The first one represents a wave which propagates in the positive x -direction. The second one represents a wave which propagates in the negative x -direction.
6. すなわち、 Δt だけ遅れて振動することになり、 $t - \frac{\Delta x}{v}$ と同じ変位となります。 6. In the wave propagating in the positive direction, it takes time $\Delta t = \frac{\Delta x}{v}$ for the wave to move by Δx .

7. 先ほどのスライドで示した関係、すなわち $f = \frac{1}{T}$, $v = \lambda f$ の関係を用いると、下のよう
にも表せます。
8. すなわち、 Δt だけ遅れて振動することになり、 $t - \frac{\Delta x}{v}$ と同じ変位となります。
9. 逆に、負の方向に進む場合は、 Δx を $-\Delta x$ に
おきかえると、 $t + \frac{\Delta x}{v}$ となります。

Namely, since it oscillates with the time lag Δt , the deflection is the same as that at $t - \frac{\Delta x}{v}$.

Using the relations $f = \frac{1}{T}$ and $v = \lambda f$ obtained in a former slide, we obtain the lower expression.

On the contrary, when the wave propagates in the negative direction, we can obtain the expression $t + \frac{\Delta x}{v}$ by replacing Δx with $-\Delta x$.

キーワード

・振動

日本語解説

文3 「関数」

「関数」は「函数」の代用字です。日本では「関数」をよく使います。

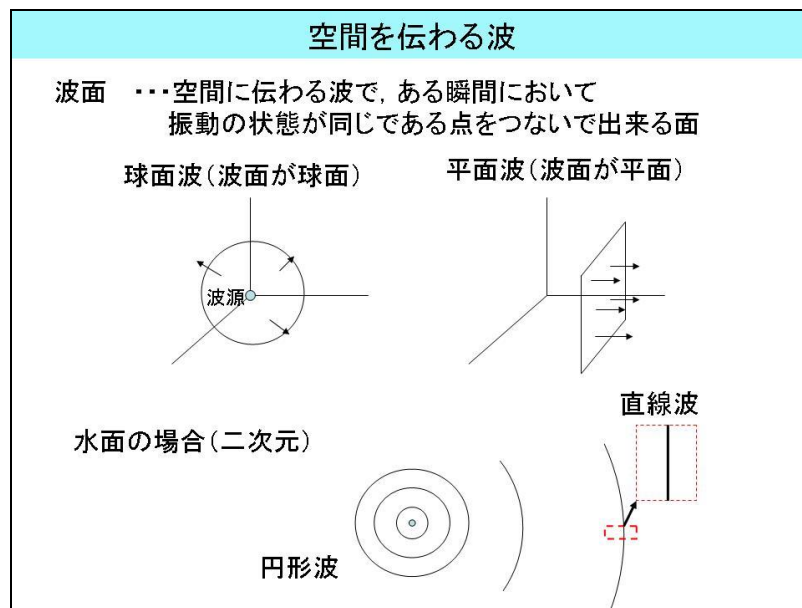
文4 「やや天下りのようになりますが」

「やや」は少しという意味です。「天下りの的になる」とは、誘導過程の説明をせずに、いきなり結果だけを示すという意味です。説明が複雑すぎて分かりにくいとき、あるいは時間がないときに教員が前置きに使う表現です。もともと「天下り」とは、神話の神々が天から地上に降りて来ることを指していました（「天降り」とも書きます）が、現在では、官庁の幹部が退職後、民間会社や関連団体に役員として就職することをいいます。下の者の意向や都合を考えず、上からの一方的な押しつけがなされるというニュアンスから、この表現が講義でも使われるようになったのでしょう。

文4 「示される」

「示す」の受身形。「示す」とは、相手にはっきり分かるように、何かを見せたり、何かをしてみせたりすることをいいます。

4. 空間を伝わる波



1. つづいて、空間を伝わる波について説明します。
 2. たとえば、太鼓をたたいた場合を想像してください。
 3. そうすると、空気の疎密波である音が空間を四方八方へ伝わって行きます。
 4. このとき音源となっている太鼓のように、波の発生する場所を波源といいます。
 5. また、空間に伝わる波で、ある瞬間において振動の状態が同じである点をつないで出来る面のことを波面といいます。
 6. 音波のように、空間にいきわたる波では、この波面が球面となります。
 7. このように波面が球面である波を球面波といいます。
 8. また、波面が平面である波を平面波といいます。
 9. 球面波でも、波源からひじょうに遠くでは
1. Next, I will explain waves that propagate in a space.
 - For example, imagine that you beat a drum.
 - Then, a sound which is a compression wave propagates in every direction.
 - This drum is a source of sound. Such a source is called a wave source.
 - In a wave propagating in a space, the locus of point having the same phase is called a wavefront.
 - In a case of a sound which propagates in a space, this wavefront has a sphere surface.
 - Such a wave having a sphere wavefront is called a spherical wave.
 - A wave with a plane wavefront is called a plane wave.
 - In a spherical wave, we can approximate its wavefront as a plane wave in a remote place from the wave source.

きんじてき　へいめんは　かんが
近似的に平面波と考えることができます。

10. つぎ　すいめん　なみ　じげんてき　なみ　かんが
次に、水面の波のような2次元的な波を考
えてみます。
11. た　たとえば、しず　いけ　なか　いし　お
例えば、静かな池の中に石を落とすと、こ
のような同心円状の波ができます。
12. この場合は、えんけいは
この場合は、円形波とよびます。
13. この波が広がっていった後の一部を取り出
してみると、その波面はほぼ直線状になっ
ており、それを直線波とよびます。
9. Next, we consider a two dimensional
wave like a wave on a surface of water.
10. For example, if a stone is thrown into a
pond, it causes waves with a circular
shape.
11. In this case, it is called a circular wave.
12. If we see a part of this circular wave in a
remote place from the wave source, it is
approximated as a straight line. Such a
wave is called a linear wave.

キーワード

・球面波、　・平面波、　・円形波、　・直線波

日本語解説

題「伝える」

自動詞。他動詞は「伝える」。ここでは、作用が媒介物を経て一方から他方に移ることを意味します。他にも、何かを媒介にして、そこにあるものが主体的に感じとられること（例：「気持ちが_____」）や、ある時代に起こった物事が、後の人に受け継がれたり、語り継がれること（例：「先祖から_____つた宝物」、「後の世に_____つた物語」）を表します。

文3「四方八方」

「四方」とは、とうざいなんぼく　よつ　ほうがく　あらわ
「四方」とは、東西南北の四つの方角を表し、「四方八方」とは、あらゆる方角という意味です。

文6「いきわたる」

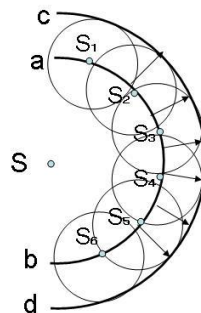
漢字では「行き渡る」とも「行き亘る」とも書き、「行き」とも読みます。「亘る」は、ある範囲にまで及ぶという意味で、「行き亘る」とは、のこ　らずすべてに及ぶという意味になります。
（例：「注意が_____つた」）

5. ホイヘンスの原理^{げんり}

ホイヘンスの原理

ホイヘンスの原理

1つの波面上のすべての点は波源となって、波(要素波)を送り出す。これらの要素波の波面の包絡面が、その後の波面として観測される。



1. 波のさまざまな現象を説明するときに重要な原理にホイヘンスの原理があります。
1. Huygens' principle is an important theorem which is used to explain various phenomena in waves.
2. これは、ある時刻に波面があったとすると、「その1つの波面上のすべての点は波源となって、波(要素波)を送り出します。そしてこれらの要素波の波面が重なり、その包絡面が、その後の波面として観測される」というものです。
2. It says. "Consider every point on a wavefront as a secondary source of a wave (a wavelet). Add up the field from all the wavelets to get a later wavefront."
3. たとえば、この点 S が波源であったとすると、その点を中心に波面は球状に広がっていきます。
3. For example, assume that this point S is a wave source. The wavefront propagates forming a spherical surface.
4. ある時刻にこの波面 ab があったとすると、この ab 上の各点は新たな波源 S1, S2 となり、そこを中心にして新しい波(二次波)がこの小さな球状に広がっていきます。
4. Assume that the wavefront is located at "ab" at a certain time. S1, S2, etc on this wavefront become new wave sources and small new spherical waves (secondary waves) propagate.
5. その包絡面 cd がそのあとの波としてあらわれます。
5. The envelope "cd" appears as a new wave front.

キーワード

・ホイヘンスの原理, ・波源, ・要素波, ・包絡面

日本語解説

文2「Aがあったとすると」

文3、文4「AがBであったとすると」

仮定を表す文型。上の文型は、「Aがある」ことを仮定し、下の文型は、「AがBである」ことを仮定しています。

例：明日テストがあったとすると、
明日のテストが中止であったとすると、
☞「講義に役立つ日本語」

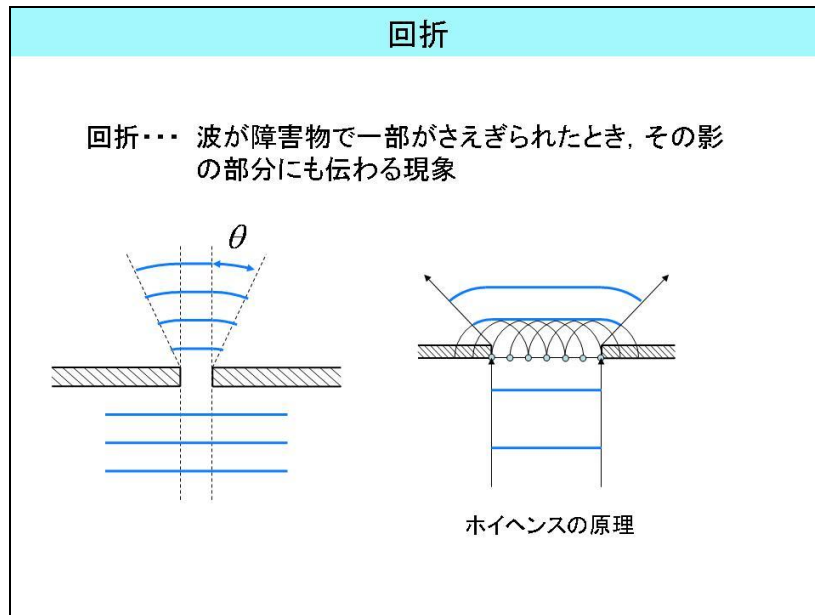
文2「源」

川の水の流れ出るもとを「源」といい、物事の起こり始まるもとを「源」の字で表します。「源」の字を使った言葉に「源流、源泉、資源、起源、電源」などがあります。

文2「包絡」

ある一群の曲線のすべてに接する定曲線があるとき、これをその曲線群の「包絡線」といいます。また、その曲線群のすべてと接するような平面または曲面を「包絡面」といいます。「包」は包むことを、「絡」はつながることを表します。(⇒「包囲、包含、包括」など、「連絡、脈絡、短絡」など)

6. 回折



1. つぎに、波の代表的な現象について説明します。
 2. ここでは回折と反射と屈折を説明しますが、簡単^{かんたん}に説明^{せつめい}するため、2次元^{じげん}の波^{なみ}を考^{かんが}えます。
 3. まず、回折^{かいせつ}ですが、これは波^{なみ}が障^{しょう}害^{がい}物^{ぶつ}で一部^{いちぶ}さえぎられたとき、障^{しょう}害^{がい}物^{ぶつ}の影^{かげ}の部分^{ぶぶん}にも伝^{つた}わる現^{げん}象^{しょう}です。
 4. たとえばこの左^{ひだり}の図^ずのように、下^{した}から直線波^{ちよくせんは}が伝播^{でんぱ}してきたとします。
 5. ここに隙間^{すきま}をもつ障^{しょう}害^{がい}物^{ぶつ}がある場合^{ばあい}、この破線^{はせん}のように影^{かげ}の部分^{ぶぶん}に少し回^{すこ}りこ^{まわ}んで伝^{つた}わります。
1. Next, I will explain representative phenomena related to waves.
 2. Here, I will explain a diffraction, a reflection and a refraction. For simplicity, we consider two dimensional waves.
 3. First, I will explain a diffraction. It is described that, when there is an obstacle, a wave propagates behind the obstacle bending around it.
 4. For example, as shown in the left figure, assume that a line wave propagates upward.
 5. When there is an obstacle with a small clearance, the wave propagates behind the obstacle bending a little as shown by broken lines.

6. この現象^{げんしょう}をホイヘンスの原理^{げんり}を用いて説明^{もち}します。 6. This phenomenon can be explained by Huygens' principle.
7. 右の図^{みづ}において直線波^{ちよくせんは}が隙間^{すきま}に達^{たつ}したとき、ホイヘンスの原理より隙間の各点^{かくてん}は波源^{はげん}と考え^{かんが}られます。 7. In the right figure, when the line wave reached the clearance, we consider points in the clearance as wave sources according to Huygens' principle,.
8. すると、中^{なか}ほどの波^{なみ}は重なり^{かさ}、その包絡線^{ほうらくせん}は直線^{ちよくせん}となつて進みますが、端^{すす}の波^{はし}は円形^{えんけい}に伝わり^{つた}ます。 8. Then the wavelets in the middle part overlap and its envelope becomes a straight line. However, they become circular lines at the edges.
9. この端^{はし}の波^{なみ}により、回折^{かいせつ}は発生^{はっせい}します。 9. These waves at the edges cause diffraction
10. さらに、この回り込む角度^{かくど}は、波^{なみ}の波長^{はちよう}が長いほど^{おお}大きくなります。 10. The angle of bending increases as the wave length becomes longer.
11. たとえば、波長^{はちよう}の短い^{みじか}光^{ひかり}ではほとんど回折^{かいせつ}はなく、障害物^{しょうがいぶつ}の後ろ^{うしろ}は暗く^{くら}なりますが、波長^{はちよう}の長い^{なが}音^{おと}の場合はかなり回り込み^{まわこ}ます。 11. For example, diffraction is not apparent in light with a short wave length. However, it occurs remarkably in sound with long wave length.
12. 建物^{たてもの}の影^{かげ}にいても音^{おと}が聞こえるのは、この回折現象^{かいせつげんしょう}がおきているからです。 12. This diffraction makes it possible for us to hear sound behind the building.

キーワード

・回折、 ・反射、 ・屈折

日本語解説

題「回折」

光^{ひかり}・音^{おと}などが障害物^{しょうがいぶつ}の後方^{こうほう}にも伝わる現象^{つた}を「回折」^{げんしょう}といいます。「回」という字はまわること、もとへもどることを、「折」^{せつ}という字はおれること、くじけることを表^{あらわ}します。

文2「障害」

「障害」は「障碍」^{しょうがい}とも書き、さまたげること、じゃますることを表^{あらわ}します。また、身体器官^{しんたいいき かん}が正常^{せいじょう}な機能^{きのう}を果たさないことも「障害」^{しょうがい}といいます。(例：言語障害^{れい げん ごしょうがい}、身体障害^{しんたいしょうがい}など)

文2「反射」

光・電波などが、何かの表面に当たって跳ね返ることを「反射」といいます。また、意識や意志とは無関係に起こる生理的な反応も「反射」といいます。(例：「_____的に答える」)「反射」という語を使った言葉に「反射光線、反射鏡、反射運動、条件反射」などがあります。

文2「屈折」

ここでは、光・音などが、ある物質から他の物質へ入る場合に、境界面で方向を変える現象を「屈折」といいます。一般に、本来まっすぐに進む（ことが好ましい）ものが折れ曲がること、比喩的に、感情などが素直に表現されないことを「屈折」といいます。(例：「_____した心理」)

文3「さえぎられた」

「さえぎる」の受身形。途中で、じゃまをして、何かの進行を止めることを「さえぎる」といいます。「先切る」の变化形「さいぎる」が転じたものといわれています。漢字では「遮る」と書きます。

文4「伝播」

ここでは、波動が媒質の中を広がっていくことを「伝播」といいます。一般に、伝わり広まること、広く伝わることを「伝播」といいます。(例：「西洋文化が_____する」)「播」という漢字は、「播く」とも読み、種をまくことを表します。

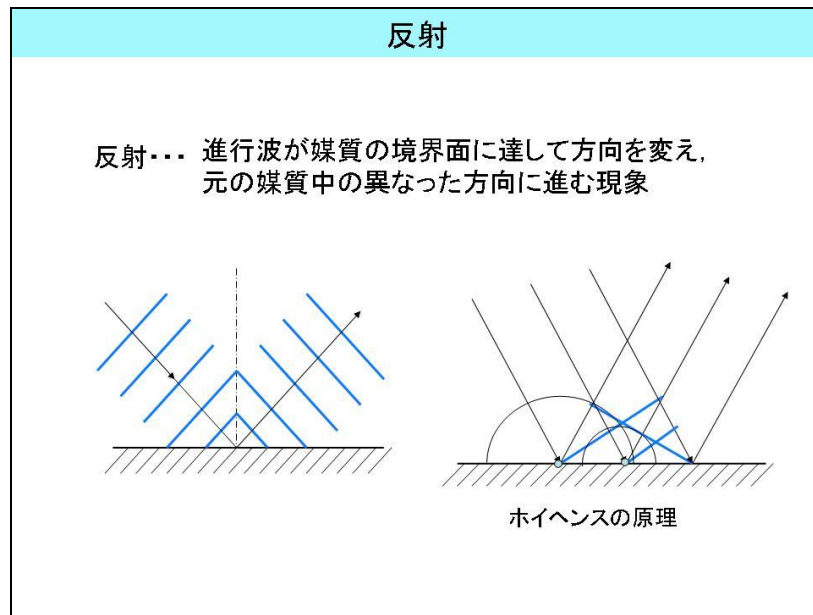
文5「隙間」

物と物との間の少しあいている所を「隙間」といいます。また、あいている時間、すきを「隙間」といいます。漢字では、「透き間」とも書きます。

文5「破線」

「-----」のように、等間隔に切れ目を入れた線を「破線」といいます。

はんしゃ 7. 反射



1. つぎ はんしゃ
次に反射ですが、これは、しんこうは ばいしつ
境界面に衝突して方向を変え、元の媒質中
の異なった方向に進む現象です。
1. The next phenomenon is reflection. This is the phenomenon that a propagating wave changes the direction at an interface between two different media and propagates in the same media in a different direction.
2. たと かがみ もの うつ やま
例えば、鏡に物が映るのも、山のこだまも、
はんしゃ げんしょう
反射による現象です。
2. Due to this phenomenon, we can see an object in a mirror and hear an echo from a mountain.
3. ず
図のように境界に対して、波が斜めに入
てきたとします。
3. Suppose that a line wave propagates to the boundary from an oblique direction.
4. なみ きょうかい たつ
波は境界に達したもののから、順次向きを変
えて進んでいきます。
4. The waves reflect from the point on the wavefront as it reaches the boundary gradually.
5. はんしゃ なみ
その反射した波は、波と境界の交点を通り、
きょうかい すいちよく ちよくせん たい たいしやう ほうこう
境界に垂直な直線に対して対称の方向に
すすみます。
5. The reflected wave propagates to the direction which is symmetrical about the normal line.
6. はんしゃ げんしょう
この反射の現象をホイヘンスの原理を用い
て考えた図が、右の図です。
6. The right figure explains the reflection according to Huygens' principle.
7. きょうかい たつ なみ
境界に達した波は、衝突点を波源とする波
として反射すると考えることができます。
7. The wave reflects as if the reflection point is a wave source.

8. この波源より発生した要素波が重なり、その包絡線が直線となって進みます。 8. Due to the superposition of these wavelets, the envelope of the reflected wavelets forms a line wavefront and proceeds.
9. この波が反射波です。 9. This wave front is called a reflected wave.

日本語解説

文1「衝突」

突き当たること、ぶつかることを「衝突」といいます。「衝」という漢字は、「行（みち）」と「重」からなり、どんと突き抜ける大通りのこと、また突き抜く勢いでぶち当たることを表しています。また、主張や意見が対立し争うことを「衝突」といいます。（例：「利害が_____する」、「武力_____」）

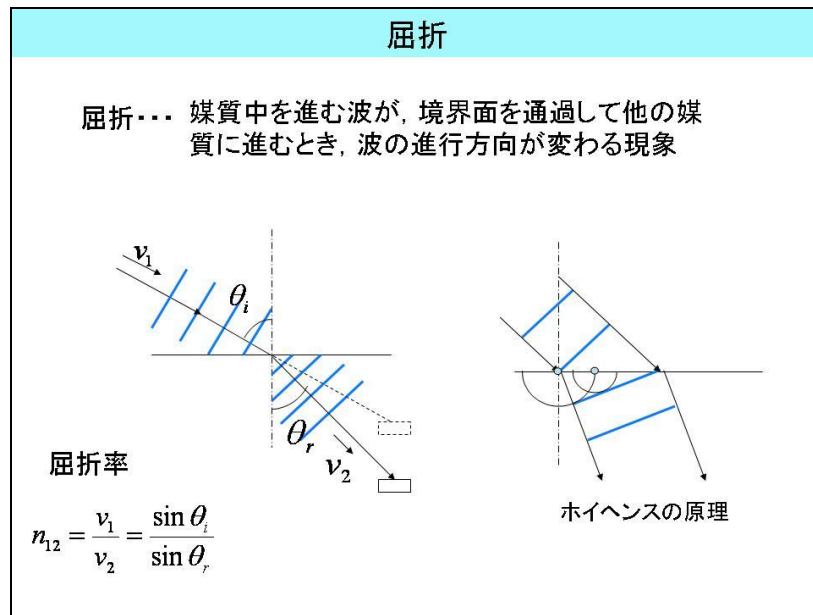
文2「こだま」

漢字では「木霊」「木魂」「𪛗」と書きます。樹木に宿っている精霊のこと、その精霊の仕業と考えられていた、山・谷などで起こる音の反響を「こだま」といいます。この現象に対しては「やまびこ」という呼び名もあります。漢字では「山彦」と書き、山の神・精霊を表します。

文4「順次」

（副詞的に用いて）順序にしたがって物事を進めるときに「順次」を使います。

8. 屈折



- | | |
|--|---|
| 1. 最後が屈折です。 | 1. Finally I will explain refraction. |
| 2. 屈折は、媒質中を進む波が、境界面を通過して他の媒質に進むとき、波の進行方向が変わる現象です。 | 2. Refraction is the change in direction when the wave passes the boundary and propagates in a different media. |
| 3. 波が左の図のようにある媒質中を斜めに進んできたとします。 | 3. Suppose that a wave propagates in one media in an oblique direction. |
| 4. その波が、媒質の境界に達すると、進行する角度を変えて進みます。 | 4. When the wave reaches the boundary, it passes the boundary and propagates in a different direction. |
| 5. この現象をホイヘンスの原理で考えます。 | 5. I will explain this phenomenon according to Huygens' principle. |
| 6. 右の図のように、境界面上の各点を波源と考え、そこより発生する要素波が重なり、その包絡線は直線となって進みます。 | 6. As shown in the right figure, points on the boundary are considered as wave sources. These waves are overlapped and the envelope propagates as a line wavefront. |
| 7. この直線となって進む波が、屈折後の波になります。 | 7. This straight line is the wavefront after refraction. |
| 8. ここでは、媒質が変わると、波の速さも変わるため、波源からの波の様子が変わり、屈折が起きます。 | 8. Since the velocities are different in different media, the velocity changes in the new medium and refraction occurs as a result. |

- | | |
|--|---|
| <p>9. 屈折する角度は、媒質の屈折率によって変わります。</p> <p>10. 屈折率とは、入射角 θ_i と屈折角 θ_r の $\sin$ の比で、このように表されます。</p> <p>11. この屈折率は、それぞれの媒質中の速さの比によっても表されます。</p> <p>12. 右の図は、速さの大きな媒質から、小さな媒質に波が入ったときの様子です。先に境界へ到達したところから発生する要素波の成長が遅くなるため、このように曲がるのが理解できます。</p> <p>13. 光の水中の速さは空気中の速さの $3/4$ 倍ですから、光が水に入るとこのように曲がります。</p> <p>14. 今、水中にこの物体があったとすると、その物体から反射して出てきた光は、この経路を逆にたどるので、左上にいる人の目には、この破線の方から光が来たように見えて、物体が浮いて見えます。</p> <p>15. これも屈折による現象です。</p> | <p>9. The angle changed by refraction differs depending on the refractive index of a media.</p> <p>10. The refractive index is defined by the ratio of sine values of the angle of incidence θ_i and the angle of refraction θ_r.</p> <p>11. The refractive index is also defined by the ratio of velocities in the media.</p> <p>12. The right figure shows the case that a wave passes from a medium with high velocity to a medium with low velocity. Since a wavelet made at the boundary grows slowly, we can understand that that the direction of the wave changes.</p> <p>13. Since the speed of light in water is $3/4$ times the speed in air, the light changes direction like this.</p> <p>14. Suppose that there is an object in the water. Since the light reflected from this object passes this route in the opposite direction, to the eye in the left side it looks like the light came from the direction shown by the broken line. As a result, it seems that the object floats.</p> <p>20. This is also a phenomenon due to the refraction.</p> |
|--|---|

キーワード

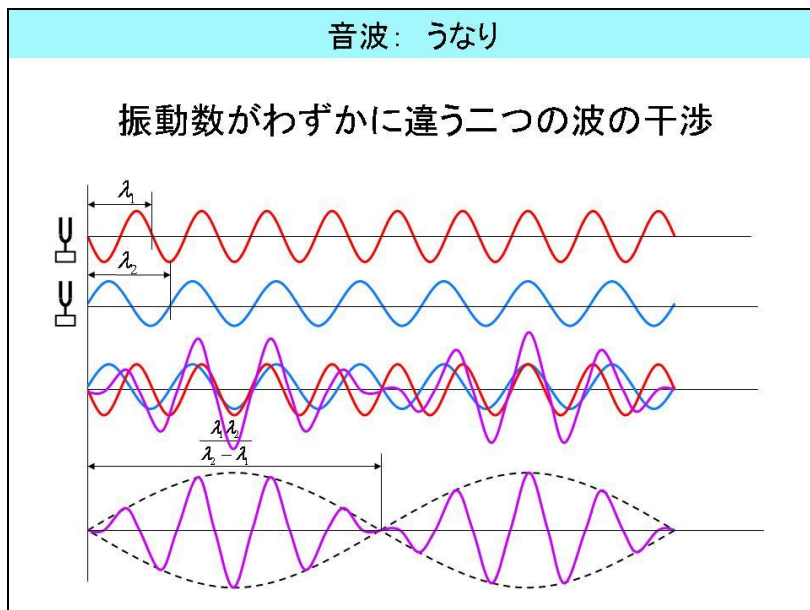
- ・入射角, ・屈折角

日本語解説

文 14 「経路」

物事がある所へ到達するまでにたどってきた道を「経路」といいます。漢字では、「徑路」とも書きます。

9. うなり



1. にちじょうせいかつ われわれ けいけん きょうみぶか はどう
日常生活で我々がよく経験する興味深い波動現象として、音にかかわる2つの現象を取り上げてみます。
1. I will explain two interesting wave phenomena in sound which we often experience in daily life.
2. だいいち なみ かんしょう
その第一はうなりですが、うなりは波の干渉の結果起きる現象です。
2. The first one is a beat. A beat occurs as a result of interference of two waves.
3. かんしょう なみ かさ やま やま
干渉とは、2つの波が重なったときに山と山が重なると強めあい、山と谷が重なると弱めあう現象です。
3. Consider that two waves are superposed. Interference means that, a wave is intensified when two crests coincide and is weakened when a crest and a trough coincide.
4. す なみ かさ
いま、この図のように2つの波が重なったとします。
4. Suppose that two waves are superposed as shown in this figure.
5. しんぷく おな しんどうすう
それらの振幅はほぼ同じですが、振動数はわずかに異なっています。
5. These two waves have the same amplitude but have slightly different frequencies.
6. しんどうすう ちが おん
たとえば、振動数のわずかに違う2つの音を鳴らすと、このような2つの波が発生します。
6. For example, when we beat these two tuning forks which have slightly different frequencies simultaneously, these two waves propagate.

- | | | | |
|-----|---|-----|---|
| 7. | 音 ^{おん} さとは、このような U ^{じがた} 字 ^{きんぞく} 型の金属 ^{しんどうたい} の振動 ^{おと} 体 ^{ほつ} で、
たたくと、ほぼ1つのきれいな正弦波 ^{せいげんはじょう} 状 ^{おと} の音 ^{ほつ} を
発 ^{はつ} し ^{はつ} ま ^{はつ} す ^{はつ} 。 | 7. | A tuning fork is a resonator in the form of
a U-type fork. When it is struck, it
makes a pure sinusoidal sound. |
| 8. | 波 ^{なみ} に特有 ^{とくゆう} な性 ^{せい} 質 ^{しつ} として、2つの波 ^{なみ} が重 ^{かさ} な ^{かさ} つ ^{かさ} て
も、それぞれの性 ^{せい} 質 ^{しつ} が、相 ^あ 手 ^て に ^{かん} 関 ^{けい} 係 ^{けい} なく保 ^{たも} た ^{たも} れ ^{たも}
て ^{たも} い ^{たも} る ^{たも} とい ^{たも} う ^{たも} 独 ^{どく} 立 ^{りつ} 性 ^{せい} が ^{せい} あ ^{せい} り ^{せい} ま ^{せい} す ^{せい} 。 | 8. | Waves have an important characteristic
of independency. It means that, when
two waves are superposed, each wave is
not disturbed by the other. |
| 9. | また、2つの波 ^{なみ} が重 ^{かさ} な ^{かさ} つ ^{かさ} た ^{かさ} と ^{かさ} き ^{かさ} 、合 ^{ごう} 成 ^{せい} 波 ^は の ^{おお} 大 ^{おお} き ^{おお}
さ ^{おお} は元 ^{もと} の2つの波 ^{なみ} の ^{へん} 変 ^い 位 ^{だい} の ^{だい} 代 ^{だい} 数 ^{すう} 和 ^わ と ^わ な ^わ る ^わ とい ^わ
う重 ^{かさ} ね ^{かさ} 合 ^あ わ ^あ せ ^あ の ^{げん} 原 ^り 理 ^り が ^な 成 ^な り ^な 立 ^た ち ^た ま ^た す ^た 。 | 9. | When two waves are superposed, the
deflection of the resulting wave is the
algebraic sum of the deflections of the
original two waves. |
| 10. | この2つの性 ^{せい} 質 ^{しつ} を ^{かん} 考 ^が え ^が る ^が と、上 ^う の2つの波 ^{なみ} が ^う
重 ^{かさ} な ^{かさ} る ^{かさ} とこのように振 ^{しん} 動 ^{どう} が ^お 大 ^お き ^お く ^お な ^お つ ^お た ^お り
小 ^{ちい} さ ^{ちい} く ^{ちい} な ^{ちい} つ ^{ちい} たり ^{ちい} す ^{ちい} る ^{ちい} こ ^{ちい} う ^{ちい} が ^{ちい} わ ^{ちい} か ^{ちい} り ^{ちい} ま ^{ちい} す ^{ちい} 。 | 10. | Considering these two characteristics, we
can understand that the oscillation
becomes large and small periodically as
shown in this figure. |
| 11. | 音 ^{おん} さ ^{おん} の ^{おと} よ ^{おと} う ^{おと} な ^{おと} 音 ^{おと} の ^{おと} 場 ^ば 合 ^{あい} に ^{おと} は ^{おと} 、音 ^{おと} が ^{おと} 大 ^{おと} き ^{おと} く ^{おと} な ^{おと} つ ^{おと}
た ^{ちい} り ^{ちい} 小 ^{ちい} さ ^{ちい} く ^{ちい} な ^{ちい} つ ^{ちい} た ^{ちい} り ^{ちい} し ^{ちい} て ^{ちい} 聞 ^き こ ^き え ^き ま ^き す ^き 。 | 11. | In the case of sound made by tuning forks,
we can hear that the sound becomes large
and small periodically. |
| 12. | この現 ^{げん} 象 ^{しょう} が、う ^う な ^う り ^う で ^う す ^う 。 | 12. | This phenomenon is called a beat. |

キーワード

・うなり、　・音さ、　・独立性、　・重ね合わせの原理、　・代数和

日本語解説

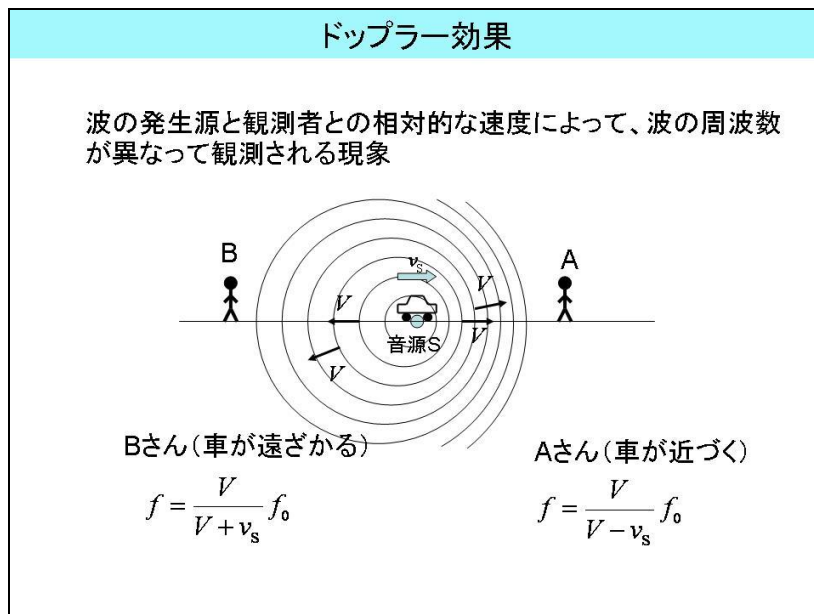
題「うなり」

動詞「うなる」は、低^{ひく}く鈍^{にぶ}い音^{おと}が長^{なが}く鳴^なり響^{ひび}くこと、力^{ちから}を入^いれて低^{ひく}い声^{こゑ}を長^{なが}く引^ひいて出^だすことをい
います。例^{たと}え^えば、動^{どう}物^{ぶつ}の鳴^なき声^{こゑ}や自^じ動^{どう}車^{しゃ}のエン^{おと}ジ^{あらわ}ン^{つか}の音^{おと}を表^{あらわ}す^{つか}と^{つか}きに^{つか}使^{つか}いま^{つか}す。漢^{かん}字^じでは「唸^{うな}る」と書^か
ま^かす。

文2「干渉」

一^{いつ}般^{ぱん}に、他^た人^{にん}のこ^ことに立^たち入^いり、自^じ分^{ぶん}の意^い思^しに^{したが}従^{したが}わ^{したが}せ^{したが}よ^{したが}うと指^{さし}図^ず・妨^{ぼう}害^{がい}するこ^{かん}とを^{かん}「干^{かん}渉^{しょう}」とい^いい^いま^い
す。

10. ドップラー効果 こう か



- | | |
|---|--|
| <p>1. 2つめのドップラー効果と呼ばれる現象です。</p> <p>2. ドップラー効果とは、波の発生源と観測者との相対的な速度によって、波の振動数が異なって観測される現象です。</p> <p>3. ドップラー効果の分かりやすい例は、救急車のサイレンの音です。</p> <p>4. 例えば、救急車が近づいてくるときは、波が圧縮されて音が高く聞こえ、遠ざかるときは伸ばされるので、音が低く聞こえることは皆さんも経験していると思います。</p> <p>5. ドップラー効果は図のように、波の波長が音源の進んでいる前方で小さくなり、後方で大きくなります。</p> <p>6. この時、音の速度は変化しません。</p> <p>7. よって、このときの振動数は、音源が観測者から近づく、図の A さんのような場合には、</p> $f = \frac{V}{V - v_s} f_0 \text{ で表されます。}$ | <p>1. The second one is the Doppler effect.</p> <p>2. The Doppler effect is the change in frequency of a wave depending on the relative velocity between the source of the wave and the observer.</p> <p>3. A familiar example is the siren of an ambulance.</p> <p>4. When an ambulance approaches, the wave length is shortened and the frequency becomes higher. However, when it recedes from the observer, the wave length becomes longer and the frequency becomes lower.</p> <p>5. As shown in the figure, the wave length becomes short in front of the moving sound source and long behind it.</p> <p>The speed of sound does not change.</p> <p>Therefore, For person A to whom the sound source approaches, the frequency is given by $f = \frac{V}{V - v_s} f_0$.</p> |
|---|--|

8. このとき、分母より分子が大きくなり、元の振動数より振動数が大きい波、すなわち高い音が聞こえますこのとき、分母より分子が大きくなり、元の振動数より振動数が大きい波、すなわち高い音が聞こえます。
9. 一方、音源が遠ざかる、図のBさんのような場合には、 $f = \frac{V}{V + v_s} f_0$ となります。
10. このときは分子より分母が大きくなり低い音が聞こえます。

In this case, the numerator becomes larger than the denominator. Therefore, person A hears a higher sound whose frequency is higher than the original frequency.

For person B from whom the ambulance is receding, the frequency is given by

$$f = \frac{V}{V + v_s} f_0.$$

In this case, the denominator becomes larger than the numerator and person B hears a lower sound.

キーワード

- ・ドップラー効果、
- ・音源

日本語解説

題「効果」

一般に、ある行為によって得られた、期待通りのよい結果を「効果」といいます。(例:「治療の_____が上がる」「練習の_____が現われる」など)

文2「相対的」

「相対」とは、向かい合っていること、互いに他との関係をもち合って成立・存在すること(⇔「絶対」)、場合によっては対立することを表します。「相対的」とは、物事が他との関係・比較の上で成り立つことを表します。(例:「物価上昇は_____に収入減をもたらす」)

