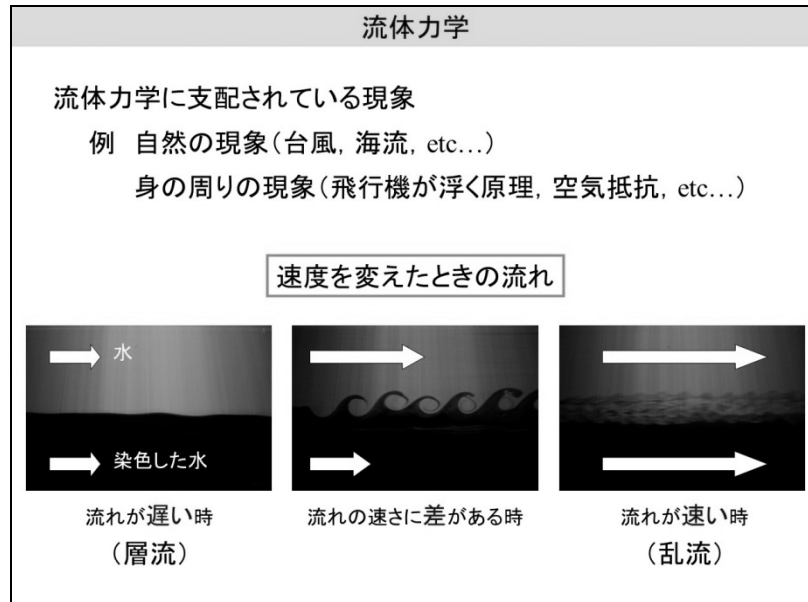


1. 流体力学



- これから流体力学について学んでいきます。
1. Now, we will study fluid dynamics.
- 私たちの周りには流体力学に支配されている現象がとて多々あります。
2. There are many phenomena which are governed by fluid dynamics.
- 例えば自然界では、台風、海流などがあります。
3. In nature, typhoons and ocean currents are some examples.
- また、飛行機が浮く原理や車の空気抵抗も流体力学の現象です。
4. The principle of making an airplane float and the air resistance on a car are also governed by fluid dynamics.
- スライド中の下の図は、染色した水と、染色していない水を速度を変えて流した時の様子を撮影した写真です。
5. The figures in the slide are the pictures which show two layers of flowing water with and without dye in various velocities..
- 流れが遅いとき、流れは層流となっていて整然と流れます。
6. When the flow velocity is low, the flow is laminar, that is a regular flow.
- 上の層と下の層の流速が異なる場合には、せん断流れとなります。
7. When the upper and lower flow velocities are different, shear flow occurs.
- これは『5.粘性』で解説します。
8. We will study this at [5.viscosity].
- 流れが速いとき、流れは乱流となります。
9. When the flow velocity is high, it becomes turbulent.
- 乱流とは速度、圧力、温度、濃度などの量
10. In turbulent flow, the velocity, the pressure, the

が時間的、空間的に不規則に変動する流れです。

11. 層流から乱流へ遷移する臨界は、レイノルズ数という無次元量によって決まります。

12. レイノルズ数は粘性流体の運動を支配する最も重要な無次元量の一つで、平均速度 V 、直径 d 、動粘度 ν により定義され、 $Re = Vd/\nu$ と記述されます。

13. それでは、次のページから流体の性質についてもう少し詳しく勉強していきましょう。

temperature and the concentration change irregularly in time and in space.

11. The critical point when a laminar flow changes to a turbulent flow is determined by the dimensionless parameter called the Reynolds number.

12. The Reynolds number is one of the most important dimensionless parameters which governs the behavior of the viscous fluid. It is determined by the average velocity V , diameter d , and kinematic viscosity ν of the fluid and defined as $Re = Vd/\nu$.

13. Now, let's study the properties of fluid in a little more detail from next page.

キーワード

・層流 ・乱流 ・せん断流れ ・動粘度

日本語解説

文1「～について」

それに関して、そのこと、という意味です。

例：この講義では、材料の変形について考えます。

文1「学ぶ」

「学ぶ」というのは、勉強するという意味の少しかたい表現で、学問をするということです。

文2「支配」

上に立って他の人を思う通りに動かすことを「支配」といいます。この場合、流体力学が現象のもとにあるということです。

文2「現象」

観察できるさまざまな事実のことを「現象」といいます。

例：温暖化現象の影響で世界各地の気候に異変が起きている。

文3「海流」文7「流速」文9「乱流」

「流」は水が流れることです。「海流」は海の流れ、「流速」は流れる速さ、「乱流」は、流れが規則正しくなく、乱れていることです。

文4「原理」

「原理」とは物事、事象が起きることを、それによって説明できると考えられる基本的な法則のことです。

文4「抵抗」

「抵抗」とは、外からの力に対して逆らうことです。

例：・電気抵抗とは電流の流れにくさを表す値のことである。

・その政策に市民は激しい抵抗を示した。

文5「染色」

「染色」は色をつけること、そめることです。

文5「様子」

「様子」は状況、状態、ありさま、姿などのことです。

例：その人は雨が降り出したかどうか、外の様子を見に行った。

文6「整然」

規則正しく整っていることです。

例：本棚に本が整然と並んでいる。

文7「層」

「層」は、積み重なっていること、積み重なりです。この場合、上下の波が混じっていないので層ができています。

文7「異なる」

「異なる」はあるものごとが、他のものごとと「違う」ということです。「異なる」は「違う」と似ていますが、「間違える」という意味はありません。

例：Aさんの答えはBさんの答えと異なっています。

Aさんの答えは違っています。(正しくない)

文10「速度、圧力、温度、濃度」

「速度」は速さ、「圧力」は、物体が他の物体を押さえつける力、「温度」は熱さ・冷たさ、「濃度」は濃さのことです。「濃度」は例えば、「海水の塩分濃度は約3.5%です。」のように使います。

文 10 「量」

「量」は重さをはかること、また、はかった重さを示しています。「量」は「穀物や砂や粉など、数を数えられないものの重さ、大きさをはかるときに用います。「量」を使う言葉には、「量る、測量、計量、数量、容量、大量、多量、少量、増量、減量」などがあります。

文 11 「遷移」

「遷移」はうつりかわりのことです。

文 11 「臨界」

漢字「臨」は「臣（下を見る）＋人＋品」で、人が高いところから下の物を見ている様子です。そこから、面する、向かう、という意味があります。「臨界」は「界」（境目、境界）に面するということで、物理的性質が変わる境目のところという意味です。

文 11 「～によって決まる」

「～によって」は、「～の状況・場合で」ということです。「～によって」は他に、原因、手段、動作主なども表します。

例：考え方は人によって違う。

☞「講義に役立つ日本語」

文 12 「最も重要な」

「最も」は「いちばん」という意味です。「重要な」は「大切な」ということです。

例：この実験で最も重要で注意が必要なのは、温度調節です。

文 12 「平均」

「平均」は average です。

文 12 「記述」

文章などに書いて述べることです。

文 13 「詳しく」

細かいところまで行き届いた説明をするということです。

例：この複雑な申請書を間違えないように記入するためには、詳しい説明書が必要だ。

2. 密度と比重

密度と比重

液体では

密度: $\rho [\text{kg}/\text{m}^3] = \frac{m[\text{kg}]}{L^3[\text{m}^3]}$

比重: $s = \frac{\rho[\text{kg}/\text{m}^3]}{\rho_w[\text{kg}/\text{m}^3]}$ ρ_w : 水の密度

完全ガスでは

$p v = \frac{p}{\rho} = R T$

$\therefore \rho = \frac{p}{R T}$

p : 圧力[Pa]
 v : 比体積[m³/kg]
 R : ガス定数[J/kg・K]
 T : 絶対温度[K]

1. 密度とは、ある物質の質量をその体積で割った値を表します。
1. The density of a material is defined as mass per unit volume.
2. スライドの上の図を見てください。
2. Please look at the upper figure in the slide.
3. 一辺が L [m] の立方体に m [kg] の流体が入っているとき、その流体の密度は m/L^3 [kg/m³] となります。
3. When a fluid of mass m [kg] is contained in a cube with the side L [m], its density is m/L^3 [kg/m³].
4. 流体の密度は温度、圧力に比例します。
4. The density of a fluid is a function of its temperature and pressure.
5. 例えば、温度を上げると一般的には流体は膨張するので、密度は減少します。
5. For example, the density of a liquid decreases as the temperature increases because the fluid expands.
6. 圧力を上げた場合は、流体は圧縮されるので密度は増加します。
6. On the other hand, the density increases when the pressure increases because the fluid gets compressed.
7. 水の密度は 1 気圧では 4℃ のとき最大となり、1000 kg/m³ です。
7. Under the pressure of 1 atm, water has its highest density of 1000 kg/m³ at 4℃.
8. 比重は、ある物質の密度 ρ と 4℃ における水の密度 ρ_w の比で定義されます。
8. The specific gravity of a material is defined as the ratio of its density ρ to the density of water ρ_w at 4℃.

- | | |
|--|---|
| <p>9. 例えば、ある油の密度が 900 kg/m^3 のとき、水の密度を 1000 kg/m^3 とすればその油の比重は $900 \text{ kg/m}^3 \div 1000 \text{ kg/m}^3$ で 0.9 となります。</p> <p>10. 完全ガスでは、状態方程式は $p v = p / \rho = R T$ と表されます。</p> <p>11. ここで、p は圧力、v は比体積、T は絶対温度を表します。なお、比体積とは 1 kg の流体が占める体積で、単位は m^3/kg です。</p> <p>12. そして R は各種物質の特性を表す値で、ガス定数と呼ばれます。</p> <p>13. 空気のガス定数は $287.03 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ です。</p> <p>14. 状態方程式を ρ について解くと $\rho = p / (R T)$ となります。</p> <p>15. この式からも、密度が温度と圧力の関数であることがわかります。</p> <p>16. 温度が一定(等温)の時は、ボイルの法則が導かれ、$p / \rho = \text{const.}$ となります。</p> | <p>9. For example, an oil with density 900 kg/m^3 has the specific gravity 0.9 which is obtained as $900 \text{ kg/m}^3 \div 1000 \text{ kg/m}^3$.</p> <p>10. For a perfect gas, the state equation $p v = \frac{p}{\rho} = R T$ holds.</p> <p>11. Here, p is the pressure, v is the specific volume, and T is the absolute temperature. The specific volume is the volume occupied by fluid of 1 kg and the unit is m^3/kg.</p> <p>12. R is a characteristic value for each gas and called the gas constant.</p> <p>13. The gas constant for air has the value $287.03 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$.</p> <p>14. Solving the state equation for ρ, we obtain $\rho = p / (R T)$.</p> <p>15. This equation also shows that the density is a function of the temperature and the pressure.</p> <p>16. When the temperature is constant, this reduces to Boyle's law and $p / \rho = \text{const.}$</p> |
|--|---|

キーワード

・密度 ・比重 ・絶対温度 ・ガス定数 ・比体積

日本語解説

図・文5「減少」文6「増加」

「～が減少する」とは、減ることです。「減少」の反対は「増加」です。「減」のつく言葉は、「～が減る、～を減らす、増減、削減、減量、減圧」などがあります。

「～が増加する」とは、増えることです。「増」のつく言葉は、「～が増える、～を増やす、～が／を増す、増減、増大、増量、急増」などがあります。

☞「講義に役立つ日本語」

文1「物質の質量」

「物質」とは、形、重さをもっている物のことです。「質量」とは、物質の量の事です。

文1「体積」

立体の大きさを「体積」といいます。ある面の広さを「面積」といいます。

文1「割る」

「割る」は「÷」です。例： $36 \div 4 = 9$ （さんじゅうろく わる よん は きゅう）

計算のことは以下の通りです。

+	足し算	足す	答えは「和」	(例： $1 + 3 = 4$ → 1 足す 3 は 4、1 と 3 の和は 4)
-	引き算	引く	答えは「差」	
×	掛け算	掛ける	答えは「積」	
÷	割り算	割る	答えは「商」	

文1「値」

「値」とは、科学では数で表したものの事です。一般的にはものの価値や値打ちの事です。

文1「表す」

考えなどを表に出して示す事です。

文3「立方体」

面がすべて正方形のものを「立方体」と言います。面がすべて直角に交わる6面体を「直方体」と言います。

文6「圧縮」文7「気圧」

「圧」は、おさえつけるという意味、「縮」はちぢめるという意味で、「圧縮」は、おさえつけて小さくするという意味です。「気圧」は気体の圧力の事です。

例：気体を圧縮すると温度が上昇する。

文5「一般的に」

「一般的に」は、「普通は、多くの場合は」という意味です。

文5「膨張」

「膨張」は、空間・時間・分野・領域などが膨れて広がることです。

文8「定義」

「定義」は definition です。ある事物・言語等の意味・用法・概念等について、共通の認識を得るために、正確に限定することです。

文9「～とすれば」

「～とすれば」は「～とすると」と同じく「仮定」の言い方です。仮にそうだと決めて、話を進めることです。

文10「完全」

「完全」は必要な条件が全部備わっていて、足りないところがないこと、欠点がないことです。

文10「状態」

「状態」は、そのときそうになっている様子のことです。

文11「ここで」「なお」

「ここで」は、「この場合は、ここでは」という意味です。

例：高齢者は入場無料です。ここで、高齢者とは65歳以上の方をさします。

「なお」は前に述べたことに関係する他のことを付け加え、補足するときに使います。

☞「講義に役立つ日本語」

文11「占める」

「占める」とは、あるものが場所、位置等を独占することです。

文12「特性」

「特性」とは、そのものだけがもっている特別の性質のことです。

例：素材の特性を生かした製品を開発する。

文12「～と呼ばれる」

「呼ぶ」は、名づけるということです。「ガス定数と呼ばれます」は受身形で、「ガス定数と名づけられています」ということです。

文14「解く」

「解く」は、答えを出す、という意味です。

文16「一定」

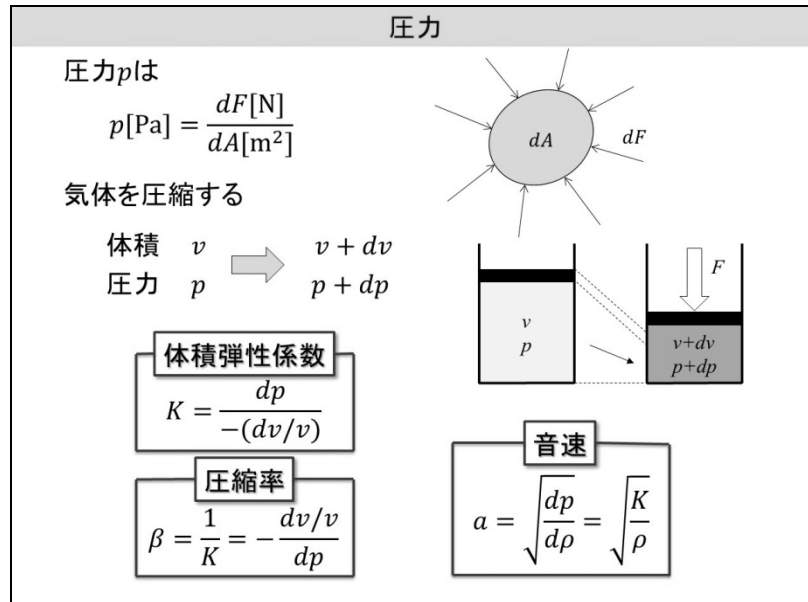
「一定」は、「一つに決まって変わらない、順序や方法が決まっている」という意味です。

例：それぞれのコップには、水と、一定の食塩が入っています。

文16「導く」

目標の方向に向かうように手引きすることです。

3. 圧力



1. 圧力とは、ある物質の表面の単位面積に作用する力を言います。
2. つまり、 dA の面積に dF の力がかかっているとき、圧力 p は dF/dA で表されます。
3. 圧力の単位は N/m^2 で、これを Pa で表します。
4. 圧力により作用する力は、常にその表面に垂直な方向に働きます。
5. また、静止している流体中の一点の圧力はあらゆる方向に等しくなっています。
6. 次に、スライドの図のように、流体を圧縮した時のことを考えます。
7. 体積は v から $v + dv$ になり、圧力は p から $p + dp$ になります。
8. ここで、体積が減っているので dv は負であることに注意してください。
9. すると体積弾性係数 K がわかります。
10. 体積弾性係数は、その物質がどれだけ圧縮
1. Pressure is the magnitude of force per unit surface area of a material.
2. That is, when a force dF is applied on the area dA , the pressure p is defined as dF/dA .
3. The unit of pressure is N/m^2 and is also denoted by Pa .
4. The force exerted by pressure on the surface is always in the direction perpendicular to that surface.
5. The pressure acting at a point in a fluid at rest is the same in all directions.
6. Next, we consider the case when the fluid is compressed as shown in the figure.
7. The volume changed to $v + dv$ from v , and the pressure changed to $p + dp$ from p .
8. Note that, since the volume decreases in this case, the sign of dv is negative.
9. We can find the bulk modulus of elasticity K .
10. The bulk modulus represents the resistance to

- されるかを示します。
11. 水の場合、体積弾性係数は標準状態において約 2.1×10^9 [N/m²] です。
12. 流体が圧縮されると、その分子はより密になり、圧縮への抵抗が増えます。つまり、 K が増えます。
13. 例えば水の体積弾性係数は、圧力が1気圧から3500気圧に増えると約2倍になります。
14. また、体積弾性係数の逆数は圧縮率 β と呼びます。
15. 静止している流体中を圧力波が伝播する速度を音速と言います。
16. 音速は、圧力変化と密度変化の比で表されます。
17. 関係 $\rho v = 1$ 、すなわち $vd\rho + \rho dv = 0$ を用いて変形すると、 $a = \sqrt{K/\rho}$ となり、体積弾性係数と密度の比で表すことができます。
18. つまり、体積弾性係数が大きく、圧縮されにくい流体では音速は早くなり、密度が大きい流体の場合は音速が遅くなることがわかります。
- compression of a substance.
11. The bulk modulus of water is about 2.1×10^9 [N/m²] under the standard conditions.
12. When a fluid is compressed, its molecules become more tightly spaced and its resistance to further compression increases, i.e., K increases.
13. For example, the bulk modulus of water gets almost doubled as the pressure increases from 1 to 3500 atm.
14. The reciprocal of the bulk modulus is called the bulk compressibility β .
15. The speed at which pressure wave propagates through a fluid at rest is the speed of sound.
16. The speed of sound is the ratio of the change in pressure to the change in density.
17. By rearranging this equation using the relation $\rho v = 1$, that is $vd\rho + \rho dv = 0$, we obtain $a = \sqrt{K/\rho}$, which is the ratio of the bulk modulus to the density.
18. Namely, the speed of sound is high in a fluid which has large bulk modulus and is difficult to be compressed. If the density of fluid increases, the speed of sound becomes lower.

キーワード

・体積弾性係数 ・圧縮率 ・音速

日本語解説

文1「表面」

「表面」とは、外側の面のことです。「面」という漢字の成り立ちは「首（頭のこと）＋口（周りを囲む線）」で「顔」を表しています。そこから周りを線で囲んだ平らな部分、物体の外側という意味ができました（例：「表面、側面、図面、画面、面積」）。また、「面する」という動詞は、顔を向けるということから、ある方向を向くという意味です。

文1「単位面積」

平方メートル(m²)は面積の単位、ミクロンやメートルは長さの単位、分・秒は時間の単位です。「単位面積」は「決まった単位の面積」ということです。

文1「作用する」

「作用する」とはここでは、「はたらきかける」という意味です。漢字「作」は、音読みで「サク」と読むときは「作る」という意味、「サ」と読むときは、「する」という意味であることが多いです。

例：「サク」：製作、制作、工作、試作、作図 「サ」：作業、操作、動作、作動、作用

文2「つまり」

「つまり」の後に、前の文の要約が示されます。

例：日本の高齢化率は2025年に約40%となることが予想されている。つまり、5人に2人が高齢者となるということだ。

👉「講義に役立つ日本語」

文4「常に」

「常に」は「いつも、かわらず」ということです。「いつも」よりかたい言い方です。

文4「垂直」

「垂」という字は上から下にたれることを示しています。「垂直」は、直線または面に対して、ある直線または面が90度の角度で交わることです。

文4「方向」

漢字「方」は、「すき」という四角い形の農具を表しています。そこから、四角→東西南北→方角→道筋、方法というように意味が発展しました。方向は、向いて行こうとする方角のことです。

文5「静止」

「静止」は「静かに止まっている」ことです。「止」を使う言葉には「が止まる、を止める、中止、禁止、停止」などがあります。

文5「等しい」

「等しい」は、同じということです。「等」という漢字は「同じ、同じようにそろっている」という意味や「～など」という意味があります。「AとBの重さは等しい。」というのは、AとBの重さが同じであるということです。「＝」のことを「等号」と言います。その他、「～など」の意味でも、「理系学部とは、理学部、工学部等のことです。」のように、日常よく使われます。

文 8 「負」⇔「正」

「負」は、マイナス、「0」（零）より小さい数のことです。反対は「正」です。

文 10 「標準」

「標準」とは、比べる基準となる規格、また、もっとも一般的なものや状態のことです。

文 12 「密になる」

「密になる」とは、物と物の間が狭くなり、隙間がない状態になることです。

文 13 「約2倍」

「約」は、「だいたい、そのぐらい」という意味です。「倍」は同じ数を2回、または、何回か加えることです。 A の倍 $=2A$ A の3倍 $=3A$

文 14 「圧縮率」

「～率」とは、割合のことです。漢字「率」を使う言葉には、「確率、効率、能率、比率、円周率」などがあります。

文 15 「伝播する」

「伝播する」は広く伝わることです。

文 16 「変化」 文 17 「変形」

「変化」は、かわることです。この漢字を使った言葉には、「～が変わる、～を変える、変だ、変圧、変色、変換、変更、急変、激変」などがあります。

「変形」は、形が変わること、あるいは、形を変えることです。

例：落とすため、箱が変形した。

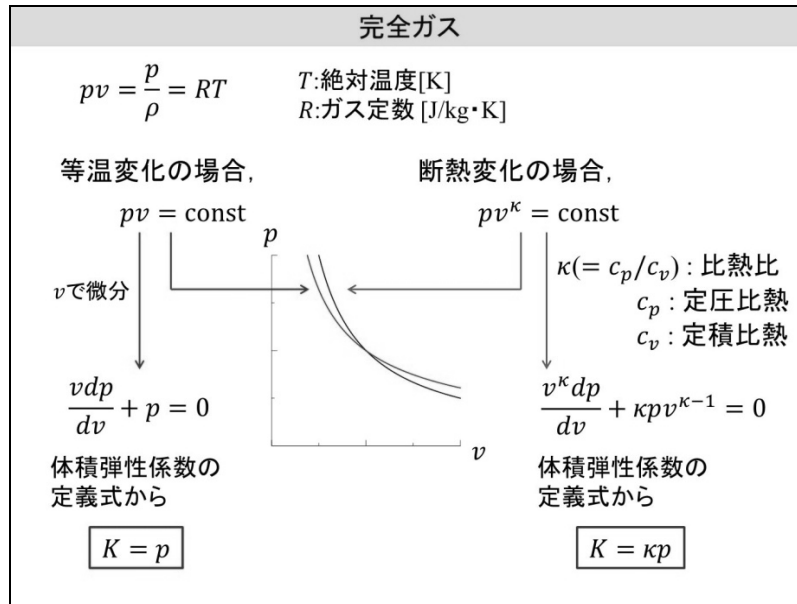
☞ 「講義に役立つ日本語」

文 17 「用いる」

「用いる」は「使う」とほぼ同じように使います。

例：・静力学の原理を用いる。 ・モデルを用いた実験

4. 完全ガス



1. 完全ガスは実在しませんが、空気などの気体で液化される状態から十分離れていれば完全ガスとみなすことができます。
 2. その変化の式はスライド上の一番上の式に従います。
 3. 温度が一定の条件で完全ガスが膨張や圧縮される場合は、 $pv = \text{constant}$ になります。
 4. このような変化を等温変化と言います。
 5. グラフにすると、スライドの図のようになります。
 6. $pv = \text{constant}$ を v で微分すると $\frac{vdp}{dv} + p = 0$ となります。
 7. すると体積弾性係数の定義式より、 $K = p$ となります。
 8. また、外部との間に熱の交換がない場合は、断熱変化となり、圧力と体積の関係は
1. Although the perfect gas does not exist in real, we can consider the gas as a perfect gas if the state is sufficiently away from being liquefied.
 2. The change of perfect gas is governed by the topmost expression written in the slide.
 3. Under the condition of constant temperature, perfect gas expands or contracts following $pv = \text{constant}$.
 4. Such a change is called the isothermal change.
 5. This change is given by the graph shown in the slide.
 6. Differentiating $pv = \text{constant}$ by v gives $\frac{vdp}{dv} + p = 0$
 7. Then, from the definition of the bulk modulus, we obtain, $K = p$.
 8. In the case of the adiabatic change where there is no heat exchange between the

$pv^\kappa = \text{constant}$ となります。

9. グラフにすると、スライドの図のようになります。

10. ただし、 κ は比熱比で、 $\kappa = c_p / c_v$ です。

11. また、 c_p は定圧比熱、 c_v は定容比熱です。

12. 一例を示すと、空気の場合の定圧比熱は $c_p = 1007 [\text{J/kg} \cdot \text{K}]$ 、定容比熱は $c_v = 718 [\text{J/kg} \cdot \text{K}]$ であり、比熱比は $\kappa = 1.40$ と計算されます。

13. 等温変化の場合と同様に、 $pv^\kappa = \text{const}$ を v で微分します。

14. すると $v^\kappa dp / dv + \kappa p v^{\kappa-1} = 0$ となります。

15. この式を変形すると $dp / dv = -\kappa p / v$ となりますので、体積弾性係数の定義式にあてはめて、 $K = \kappa p$ を得ることができます。

system and the surrounding, the relation $pv^\kappa = \text{constant}$ holds.

9. This change is given by the graph shown in the slide.

10. Where κ is the ratio of specific heats and given by $\kappa = c_p / c_v$

11. And c_p is the specific heat capacity under constant pressure and c_v is the specific heat capacity under constant volume.

For example, those for air are $c_p = 1007 [\text{J/kg} \cdot \text{K}]$ and $c_v = 718 [\text{J/kg} \cdot \text{K}]$. Then the ratio of the specific heats is κ .

Similar to the case of the isothermal change, we differentiate $pv^\kappa = \text{const}$ by v .

Then we obtain $v^\kappa dp / dv + \kappa p v^{\kappa-1} = 0$.

Rearranging this expression, we obtain $dp / dv = -\kappa p / v$. Using the definition of the bulk modulus, we obtain $K = \kappa p$.

キーワード

・完全ガス ・等温変化 ・断熱変化 ・比熱比 ・定圧比熱 ・定容比熱

日本語解説

文1「実在する」

「実在」は実際に存在するという意味です。

文1「液化」

液とは水状のもののことです。水は「液体」です。氷は「固体」で、水が蒸発すると「気体」になります。「液化」は、液状になることです。

文1「～とみなす」

「～とみなす」は、実際はどうか分からないが、そういうものだとあつかうということです。

例：家賃は、一か月未満の日数の場合も、一か月とみなして計算されます。

文2「～に従う」

「式に従い」は、式の通りに、ということです。

例：部長の指示に従って行動する。

文3「条件」

ある物事が成立するために必要なことがらのことです。

例：この奨学金に申請できるのは、次の1～3の条件を満たす者です。

文5「図」

図とは、物の形や仕組みなどを見てわかるように点や線や形で平面上に表したものです。

例えば、設計図、絵、地図、グラフなどです。

文8「交換」

「何かと何かを取りかえること」を「交換する」といいます。

例：信号を交換する → こちらから信号を送り、相手からの信号を受け取る

例：意見を交換する → 自分の意見を相手に伝え、相手の意見を聞く

文8「断熱」

漢字「断」は、糸の束をたち切ることを表しています。そこから、この字の意味は、切る・たつ→切るようにずばりと決める→ことわる、というように意味が発展しました。「断熱」は熱を断つこと、つまり、熱をそこから出し入れできなくすることです。

文12「示す」

「示す」は、他の人にわかるように、指をさしてみせる、はっきり知らせる、というような意味です。

「示」を使う言葉は「図示、例示、表示、指示、提示、開示、展示、示唆」などです。

文13「同様」

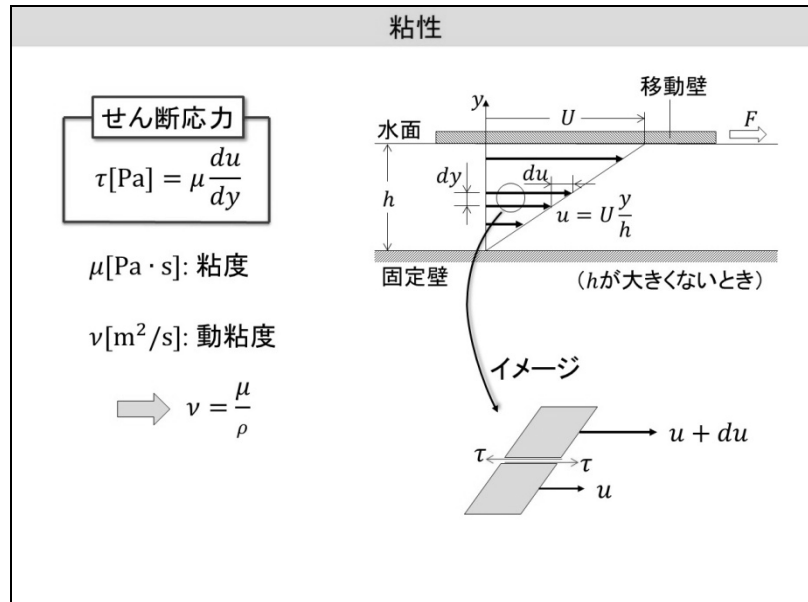
「同様に」は、おなじようにということです。

文15「得る」

「得る」には、自分のものにする、手に入れる、取り入れるなどの意味があります。

例：・利益を得る ・答えを得る ・やむを得ない ・あり得ない

5. 粘性



1. 流体の粘性とは、せん断応力に対する流体の抵抗の大きさを決定する性質です。
 2. 粘性は主に流体の分子間の相互作用によるものです。
 3. 図を見てください。
 4. 下の壁は静止している固定壁で、上の壁は速度 U で動く移動壁です。
 5. 壁の間には粘性のある流体が満たされています。
 6. 粘性流体は壁に粘着しますから、一番上の層は壁と同じ速度の U で動き、一番下の層は静止します。
 7. 流体が静止している状態から壁を動かした場合は、速度は流れの垂直方向に線形に変化し、 $u = U(y/h)$ となります。
 8. そして、流体の隣接する層にかかるせん断応力は $\tau = \mu(du/dy)$ です。
1. Viscosity of a fluid is the characteristic which determines the resistance of the fluid to the shear force.
 2. Viscosity is mainly due to the mutual interaction of the molecules in the fluid.
 3. Please look at the figure.
 4. Lower wall is at rest and upper one is moving with a velocity U .
 5. The space between the walls is filled with viscous fluid.
 6. Since viscous fluid adheres to the walls, the topmost layer must move with the same velocity U as the moving wall while the bottommost layer remains at rest.
 7. If the fluid was at rest before the wall started moving, the velocity varies linearly over the cross section as $u = U(y/h)$.
 8. And the shear stress between adjacent layers of fluid is $\tau = \mu(du/dy)$.

9. つまり、せん断応力の大きさは速度勾配に比例し、その比例定数がその流体の粘度と呼ばれます。
10. 粘度は μ で表され、その単位は[Pa・s]です。
11. μ の値は流体の種類と温度によって著しく変化します。
12. せん断応力の式で、 μ が dV/dy に無関係に一定値を持つような流体をニュートン流体といい、そうでないものをせん断応力の式を満たさないものを非ニュートン流体と言います。
13. また、図のような単純な流れは一般的にクエット流れと呼ばれています。
14. 流体力学で使用する式では、 μ/ρ というパラメータを含むことが多々あります。
15. この比はよく出てくるため、動粘度として定義されています。
16. 例えば、『1.流体力学』の説明で出てきた、レイノルズ数という流体力学で重要なパラメータも、分母に μ/ρ があり、それを v で表しました。
9. That is, the magnitude of the shearing stress is proportional to the velocity gradient, and the proportionality constant is called the viscosity of the fluid.
10. The viscosity is represented by μ and its unit is [Pa・s].
11. The value of μ changes remarkably with the kind of fluid and the temperature.
12. In the share stress expression, if the coefficient μ of the fluid is independent of dV/dy and is a constant value, the fluid is called a Newtonian fluid and the rest which do not satisfy this condition are called non-Newtonian fluid.
13. This simple type of flow is generally called coquette flow.
14. Many equations of fluid mechanics include the ratio μ/ρ as a parameter.
15. Because this ratio appears frequently, it is defined as kinematic viscosity.
16. For example, the Reynolds number, which is an important parameter in fluid dynamics, also has this value $v = \mu/\rho$ in its denominator.

キーワード

- ・粘性 ・せん断応力 ・粘性流体 ・粘度 ・動粘度 ・ニュートン流体
- ・クエット流れ ・レイノルズ数

日本語解説

題「粘性」文6「粘着」

流体以外で一般に「粘性」とは、ねばる性質のことです。「粘る」とは、例えば、ご飯や糊などがべたべたとくっつく性質を表現するときに使います。

「粘着^{ねんちやく}」とは、粘^{ねば}ってくっつくことです。 例：粘着^{ねんちやく}テープ

文1「～に対する^{たい}」

「～に対する^{たい}」は「～を対^{たい}象^{しやう}に、～に向^むけた」という意味です。

例：留^{れい}学^{りやうがく}生^{せい}に対^{たい}して奨^{しやうがく}学^{きん}金^{しきぎう}が支^し給^{きゆう}される。

☞「講義^{かうぎ}に役^{やく}立^だつ日^に本^{ほん}語^ご」

文2「主^{おも}に」

「主^{おも}に」は、中^{ちゆう}心^{しん}にということ。後^{うし}ろに名^{めい}詞^しが来^くるときは「主^{おも}な」になります。

例：我^わが国^{こくに}は主^{おも}に工^{こう}業^{ぎやう}製^{せい}品^{ひん}を輸^ゆ出^{しゅつ}しています。我^わが国^{こくに}の主^{おも}な輸^ゆ出^{しゅつ}品^{ひん}は工^{こう}業^{ぎやう}製^{せい}品^{ひん}です。

文2「相互^{そうごきやう}作用^{さよう}」

「作用^{さよう}する」は、働^{はたら}く、働^{はたら}きかけるという意味です。「相互^{そうごきやう}作用^{さよう}」とは、お互^{たが}いに働^{はたら}きかけるとい
うことです。

文4「固定^{こていかべ}壁^{いどうかべ}」「移動^{いどう}壁^{かべ}」

「壁^{かべ}」は家^{いえ}の四^し方^{ほう}を囲^{かこ}い、部^へ屋^やを仕^し切^きるものです。「固定^{こてい}する」は動^{うご}かないようにとめておくことです。

「移動^{いどう}する」はある場^ば所^{しよ}から別^{べつ}の場^ば所^{しよ}に動^{うご}くことです。

文5「満^みたされる」

「満^みたす」は液^{えき}体^{たい}などを容^{よう}器^きにいっぱいにすることです。「満^みたされる」は受^う身^け形^{けい}です。

文8「隣^{りん}接^{せつ}」

「隣^{りん}接^{せつ}」とは隣^{とな}り合^あって接^{せつ}しているということです。

例：その薬^{れい}局^{やくきよく}は病^び院^{やういん}に隣^{りん}接^{せつ}している。

文9「勾^{こう}配^{ばい}」

「勾^{こう}配^{ばい}」とは一^{いつ}般^{ぱん}には、坂^{さか}よな「斜^{しゃ}面^{めん}、傾^{けい}斜^{しゃ}」のことです。

文9「比^ひ例^{れい}」

2つの数^{すう}量^{りやう}の比^ひが他^{ほか}の2つの数^{すう}量^{りやう}の比^ひと等^{ひと}しいことです。「1:2=3:6」のようなものです。

文11「著^{いちじる}しい」

「著^{いちじる}しい」は、はっきりとわかる、目^め立^だって、という意味です。

例：A社^{れい}は成^{しや}長^{せいちやう}著^{いちじる}しい。

文12「満^みたさない」

「満たす」はこの場合、条件を満足させるという意味で、「満たさない」は、条件を満足させないということです。

文 12 「無関係」「非ニュートン流体」

「無」も「非」も否定の意味を持つ漢字です。

「無」は「～がない、存在しない」という意味です。

例：無線、無限、無数、無期限、無制限、無条件、無意識、無意味、無効、無重力

「非」は「～ではない、そむいている」という意味です。

例：非常、非合理、非常識、非合法、非難、非行、是非

「無関係」は「関係がない」こと、「非ニュートン流体」は「ニュートン流体ではない」ものです。

👉「講義」に役立つ日本語

文 14 「含む」

「含む」とは、中に入っている、内にもっている、という意味です。

例：このプラスチック製品には金属が含まれている。

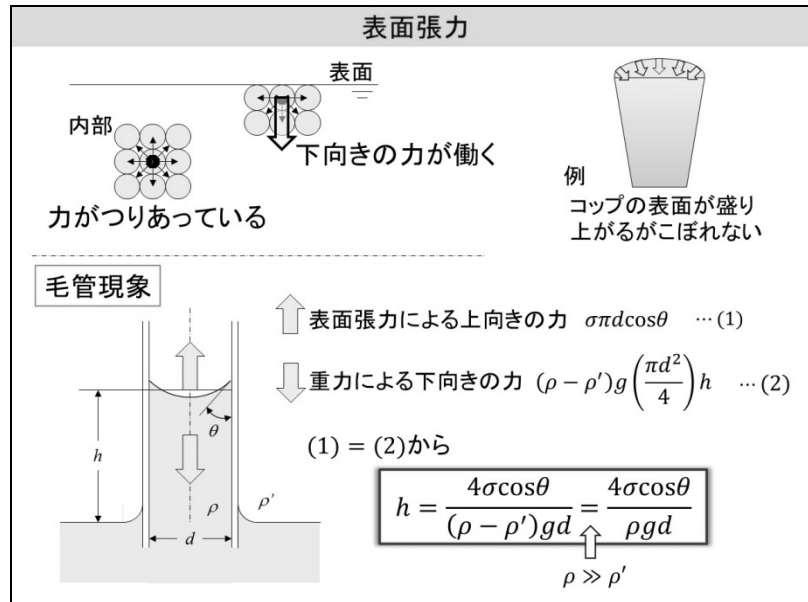
文 14 「多々ある」

「多々ある」とは、たくさんある、多くあるということです。

文 16 「分母」

分数 a/b の b を分母、 a を分子といいます。

ひょうめんちょうりよく 6. 表面張力



1. 静止している流体の粒子は周囲からの分子の凝集力によって支配されています。
 2. スライドの図のように、ある粒子が十分に表面から離れているとき、この力は全ての方向から等しくかかっており、お互いにキャンセルされ影響を受けません。
 3. つまり、力がつりあっている状態です。
 4. しかし、境界からの距離が小さいときの分子はこうではありません。
 5. 図のようにある粒子を上向きに引っ張る方向に力が働かないので、その粒子にかかる合力は下向きになります。
 6. これらの分子の凝集力による力は、流体表面に表面張力と呼ばれる張力を作ります。
 7. 表面張力により、流体は常にその表面積が最も小さくなるような形になろうとします。
1. Each particle of a fluid at rest is subject to molecular cohesive forces generated by its environment.
 2. If a particle has sufficient distance from any boundary as shown in the figure, these forces act uniformly from all directions and hence are canceled by each other, therefore the particle is not affected.
 3. That is, the forces are in equilibrium.
 4. However, for a molecule which is near to the boundary, the situation is different.
 5. Since no force works to pull the particle upwards, the summation of forces has the direction downwards.
 6. These molecular cohesive forces create a tension in the surface of the fluid which is called surface tension.
 7. Due to this surface tension, a fluid always tends to shape itself into a body of minimum surface area.

8. たとえば、コップに水をたっぷり入れたとき、
水がコップの縁より盛り上がりこぼれない状態
でいられるのは、表面張力のおかげです。
9. 次に毛管現象について説明します。
10. 半径の小さい毛管を液体中に入れると、
流体はその中を上昇したり下降したりします。
11. これは表面張力により引き起こされる
現象です。
12. 図を見てください。
13. 管の中の液体の表面は凹型の表面を持ち
ます。
14. 液体の密度を ρ , 周りの流体の密度を ρ' ,
管の内径を d , 液面の平均高さを h , 接触角
を θ , 表面張力を σ とします。
15. 管内にある液体を容器の水面の高さよりも
上げる方向に働く力は $\sigma \pi d \cos \theta$ です。
16. そして、重力により下向きに働く力は
 $(\rho - \rho')g \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) h$ です。
17. するとこれらの式を等置することにより
 $h = \frac{4\sigma \cos \theta}{(\rho - \rho')gd}$ が得られます。
18. 水と空気のようにもし ρ' が ρ に比べて十分
に小さければ $\rho - \rho' \approx \rho$ となるので、この式
は $h = \frac{4\sigma \cos \theta}{\rho g d}$ となり、平均の液面の高さ
を求めることができます。
8. For example, when a glass is filled with
water, the water can keep its position
higher than the edge of the glass due to
this surface tension.
9. Next, I will explain about the capillary
action.
10. If a capillary tube of small radius is inserted
into a liquid, the liquid rises or depresses in the
tube to a certain amount.
11. This is a phenomenon caused by the
surface tension.
12. Please look at the figure.
13. The surface of the liquid inside the tube forms
an upward concave surface.
14. Let the density of the liquid be ρ , that of
surroundings be ρ' , the inner diameter
be d , the average height be h , the
contact angle be θ and the surface
tension be σ .
15. The upward force pulling the liquid in the tube
to level higher than the reservoir level
is $\sigma \pi d \cos \theta$.
16. The gravitational force working in downward
direction is $(\rho - \rho')g \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) h$.
17. Then, by summing these forces, we can obtain
this expression.
18. If, ρ' is small enough compared to ρ as in
case of air and water, we can use the
approximation $\rho - \rho' \approx \rho$. Therefore, the
average height is given by the simplified
expression $h = \frac{4\sigma \cos \theta}{\rho g d}$.

19. 接触角 θ の大きさは、接触面の種類や状態によって大きく異なりますが、水とよく磨いたガラスの壁、および空気とが常温で接するときには $\theta \approx 0$ です。

19. The contact angle θ changes remarkably depending on the kinds and conditions of contact surface. In the case of water, a smooth glass and air, contact angle, $\theta \approx 0$ holds.

キーワード

・表面張力 ・凝集力 ・毛管現象

日本語解説

文1「粒子」

「粒」は「米+立つ」で、米が並んでいる様子で、粒や粒のように細かいもの（粒子）のことです。

文1「周囲」

「周」は「周り」、「囲」は「囲む」で、周囲は周りを取り囲んでいるものです。

文1「凝集力」

水のしずくなどが1つのところに集まって玉のようなかたまりになる力のことです。

文2「充分」

「十分」と同じです。不足や欠点がない、条件が満たされている様子です。

文2「全て」

「全て」は「全部」です。

例：飛行機事故後、A社は全ての同機種の点検を行った。

文2「お互い」

「お互いに」というのは、2つ以上のものが同じことをしている、同じ状態であるときに使います。

例：みんなでお互いに協力し合った。

文2「影響を受ける」

「影」は影(shadow)、「響」は響き(resonance, echo)です。影はそのものの形通りにできるし、響きは音に合わせて起きることから、あるもののしたことがもとになって、他のものに変化があることです。

例：地震の影響で電車が止まった。

文3「つりあっている状態」

「釣り合っている」というのは、比べている両方の力が同じくらいの状態である、バランスが取れている、ということです。

文4「境界」

「境界」は、ある場所とある場所の境目のことです。

文4「距離」

「距離」とは、2点を結ぶ長さのことです。漢字「離」には「～を離れる（自動詞）、～を離す、分離、離脱」などの言葉があります。

例：A駅からB駅までの距離は、約3 kmである。

文5「上向き」文16「下向き」

「向き」は方向です。漢字「向」は、ある方向に顔や体を向けること、その方向に進むことです。「上向き」は上を向いていること、「下向き」は下を向いていることです。

文5「引っ張る」

動詞「引っ張る」が名詞になったものです。「引っ張る」とは、引きのばしてまっすぐに張ることです。

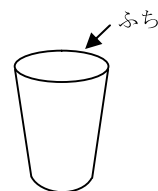
例：ゴムを引っ張ると伸びます。

文8「たっぷり」

「たっぷり」は、満ちてあふれるくらい十分にという意味です。

文8「縁」

「縁」は、物のはしの部分です。コップの縁は右の図の矢印の部分です。



文8「盛り上がる」

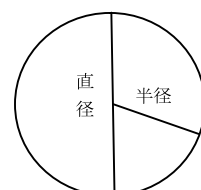
「盛る」は、例えば、お茶碗にご飯をたっぷり入れることを盛るといいます。「盛り上がる」は盛られたご飯の状態のような様子です。

文8「こぼれる」

「こぼれる」は、例えば、お茶碗の中で盛り上がった状態のご飯が茶碗の縁から外に落ちるときに「ご飯粒がこぼれた」というように使います。

文10「半径」

円周または球面の一点から、円または球の中心を結んだ線の長さを半径といいます。また、半径の2倍が直径です。



文 10 「上昇・下降」

「上昇」は高い位置にのぼって行くことで、「下降」は、低い位置へおりて行くことです。
例：気球が上昇していく。

文 11 「引き起こされる現象」

「引き起こす」は「引く＋起こす」で、複合動詞です。引っ張って起こす、というのが元の意味で、何か事を引き起こす、結果をもたらす、という意味もあります。「表面張力により引き起こされる現象」は、「表面張力がその現象を引き起こした」ということです。

文 13 「管」

「管」は細長く、中に液体・気体などを通すくです。
例：試験管、水道管、ガス管、血管

文 13 「凹型」

表面の一部分が内側にへこんだかたちを凹型といいます。表面の一部分が外側に出っ張っているかたちを凸型といいます。

文 14 「接触」 文 19 「接する」

「接する」というのは、「近づいて、つく」ということで、「触」は「さわること、ふれること」です。「接触」とは近づいて、直接触れる（触る）ことです。

文 15 「容器」

「容器」は物を入れる入れ物です。「容」は、中身、形、入れる等の意味があります。
例：内容、容量、容積、美容、許容
「器」にはいろいろな入れ物や道具という意味があります。
例：機器、機材、器具、陶器、食器

文 17 「すると」

前のことに続いて、後のことが起きるときに使います。後に起きることを予測していなかった場合に多く使います。

例文：A液にB液を加えた。すると、激しい反応が起こった。

👉 「講義に役立つ日本語」

文 18 「求める」

「求める」は、「ほしがる、希望する」という意味ですが、この文で「求められる」は、「得られる」という意味です。

例：この問題の解を求めなさい。（＝この問題の答えを出してください。）

文 19 「種類」

「種類」は、あるグループ全体を、共通の性質で分類したそれぞれのまとまりです。

文 19 「磨く」

物の表面をこすってきれいにすることです。

例：歯を磨く。靴を磨く。ガラスを磨く。

文 19 「および」

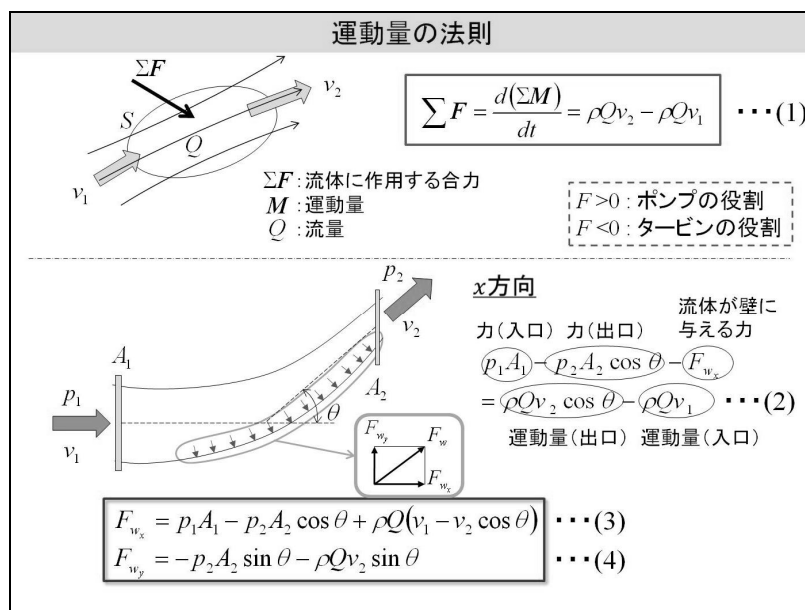
「および（及び）」は、「A および B」のように用いられ、「A と／や B」という意味です。

例：書類に氏名および住所を記入する。

文 19 「常温」

漢字「常」には「いつも、かわらず」という意味があります。「常温」はいつもの温度ということです。「常」を使う言葉には、「通常、日常、非常、異常、正常、平常」などがあります。

7. 運動量の法則



1. 工学的に重要な多くの流れでは、流体の中のそれぞれの要素の運動を知ることよりも、ある特定の領域の境界の状態を知ることの方が重要になってきます。
2. このような場合には、運動量の法則を使います。
3. 運動量の法則より、(1)を導き出すことができます。ここで、 ΣF はある検査面Sにおいて流体に加わる外力を合計したベクトル量で、 M は運動量です。
4. 流体の密度を ρ 、単位時間に流れる流量を $Q_1 = Q_2 = Q$ 、入り口と出口の流速を v_1 、 v_2 とすると、質量流量は ρQ であるから右辺は $\rho Q(v_1 - v_2)$ となる。
5. つまり、(1)はある領域の運動量の変化率は、その領域にかかる外力の総和のベクトル量と等しいということを示しています。

1. In many important flow in engineering, it is less important to know about the movement of individual fluid elements than to know the behavior at the boundaries of a certain well-defined region in the flow field.
2. In such cases, the law of momentum is used.
3. Following the law of momentum, equation (1) can be derived, where ΣF is the vector sum of all external forces acting on the surface S of the part of the fluid under consideration and M is its momentum.
4. Let the density of the fluid be ρ , the quantity of the fluid per unit time be $Q_1 = Q_2 = Q$, the fluid velocities at the inlet and the outlet be v_1 and v_2 , respectively. Then the mass flowed per unit time is ρQ and therefore the right-hand side is $\rho Q(v_1 - v_2)$.
5. Namely, (1) expresses that the rate of change of the momentum of the mass is equal to the vector sum of all external forces acting on it.

6. F が正のとき、その力はポンプの役割を果たし、負のときには、タービンの役割を果たします。
7. この式は、領域 S の内部の流れがどのようなになっているかにかかわらず成立します。
8. また、内部流れ（管路内の流れなど）であるか、外部流れ（飛行中の物体など）であるかを問わず成立します。
9. それではスライドの下図のような曲がり管の場合を考え、管に作用する x 方向および y 方向の力を求めてみましょう。
10. まず、 x 方向を考えます。
11. 管の入口断面で流体に作用する圧力による力は $P_1 A_1$ となります。
12. 出口断面で x 方向に作用する圧力による力は $P_2 A_2 \cos\theta$ となりますが、右向きが正ですので－がつきます。
13. 流体が管に加える力を F_{wx} とすると、作用・反作用の法則により流体に作用する力は $-F_{wx}$ となります。
14. 次に運動量を考えます。入り口断面において単位時間に流入する運動量は $(\rho A_1 v_1) v_1$ です。
15. 出口断面において単位時間に流出する運動量の x 方向成分は $(\rho A_2 v_2) v_2 \cos\theta$ です。
16. ただし、流量は保存されることを考慮に入れて $A_1 v_1 = A_2 v_2 = Q$ としました。
17. これらを(1)に代入して(2)を得ることができます。
18. これを整理して(3)を得ることができ、同様に y 方向についても解けば(4)を得ることができます。
6. When F is positive, it corresponds to the force in a pump. And, when it is negative, it corresponds to the force in a turbine.
7. This expression holds true irrespective to the kind of flow inside the zone S .
8. Also, this holds for both the inside flow (as a flow in a pipe) and the outside flow (as a flow around a flying object).
9. Now, let's derive the force acting on the curved pipe in the x - and y -directions.
10. First, we consider the x -direction.
11. The force acting on the fluid due to the pressure on the cross-section at the inlet of the pipe is $P_1 A_1$.
12. At the outlet, the magnitude of the force due to the pressure in the x -direction is given by $P_2 A_2 \cos\theta$. Since the right side is defined as the positive direction, the sign “-” is added.
13. Let the force working from the fluid to the pipe be F_{wx} . Then, from the law of action and reaction, the force $-F_{wx}$ works on the fluid.
14. Next we consider the momentum. The momentum which flows inside through the cross-section at the inlet is $(\rho A_1 v_1) v_1$.
15. The x -component of the momentum which come out through the cross-section at the outlet is $(\rho A_2 v_2) v_2 \cos\theta$.
16. Since the amount of fluid is conserved, the relation $A_1 v_1 = A_2 v_2 = Q$ holds.
17. Substituting these relations into equation (1), we obtain equation (2).
18. After rearranging this, we obtain (3). Similarly we obtain (4) for the y -direction.

19. このように運動量の法則を用いることによって、管内の流れを調べなくても曲がり管に作用する力を調べることができました。

19. In this way, utilizing the law of momentum, we can obtain the force acting on the curved pipe without investigating the flow inside the pipe.

キーワード

・運動量 ・内部流れ ・外部流れ

日本語解説

文1「工学的」

「工学」(engineering)の「工」という字は、上下2つの面に穴をあけて通すことを示しています。穴をあけることは高度な技術が必要だったことから、この字は技術の意味になったということです。この字を使った言葉に「工業、工場、人工、工具、加工、工作」など、この分野の重要語があります。

文1「要素」

「要素」とは、その物を構成している基本的な内容や条件のことです。

例：電気自動車では、モーター、インバータ、電池が主要な構成要素となる。

文1「特定」

「特定」とは、特に定められている（決められている）ことです。

文1「領域」

「領域」とはここでは「流体のある区域」という意味です。「領域」は、他に、学問・研究の部門・分野という意味もあります。

例：新エネルギー領域の研究が活発に行われている。

文3「導き出す」

「導き出す」は、論理的に結論を引き出すことです。

文3「検査」

「検査」は、基準に合っているか、悪いところがないかなどを調べることです。

例：自動車は定期的に検査しなければならない。

文3「～において」

「～において」は、「ある（場所・時間・分野・領域など）」という意味です。

例：構造物や機械の設計において、静力学の原理を用いることが必要です。

👉「講義に役立つ日本語」

文3「加わる」

「～が加わる」は、何かが足されることです。「～を加える」は、何かを足すことです。

例：物体に外から力が加わり、物体が破壊された。

文3「合計」

「合計」は全部の数を合わせて足すこと、また、足した数のことです。

文5「総和」

「総」は「全部」という意味、「和」は「合わせる」という意味で、「総和」は「全部合わせる」という意味です。

文6「役割を果たす」

「役割」とは、自分に与えられた仕事、自分がやらなければならないことです。「果たす」は、そのような役割や仕事を十分にやる、最後までうまくやるという意味です。

文7「にかかわらず」

「にかかわらず」は「～に関係なく」という意味です。

例：購入金額にかかわらず、送料は無料です。

👉「講義に役立つ日本語」

文7「成立する」

「成立」とは、できあがること、成り立つことです。

文8「また」

「また」は、その他に、ならびに、という意味で、並べたり付け足したりするときに使います。

例：本学では自動車通学は禁止されています。また、オートバイ通学には許可が必要です。

👉「講義に役立つ日本語」

文8「AであるかBであるかを問わず」

Aであるか、Bであるかに関係なく、という意味です。

文10「まず」文14「次に」

「まず、・・・次に、・・・最後に・・・」は、物事を順序立てて説明するときなどによく使われ

る表現です。

例：まず、電源を入れる。次に、機能を選択する。最後に機械を作動させる。

☞「講義に役立つ日本語」

文 11 「断面」

「断」は、切る・たつことです。「断面」は切った面のことです。「断」のつく言葉には「断つ、中断、分断、決断、判断、診断、断る」などがあります。

文 13 「作用・反作用の法則」

「作用」とは、はたらきかけることです。「反作用」は、A が B に力を加えた（はたらきかけた）場合、B から A に同じ大きさでかえす力のことです。

文 14 「流入する」 文 15 「流出」

「流入」は流れて入ること、反対は「流出」で、流れ出すことです。

文 16 「保存される」

「保」という漢字は、「大切に守る、たもつ」という意味です。「保存する」は、そのままの状態をもち続ける、ということです。ここでは「流量」が主語なので、「保存される」と受身形が使われています。

文 16 「～を考慮に入れて」

「考慮」は、よく考えることです。「考慮に入れて」はそのことを考えに入れて、ということです。

例：このペンは使いやすさを考慮して開発された。

文 18 「解けば」

「解く」は、答えを出す、という意味です。「解けば」は「解いたら、解いたとすると」という意味です。

文 19 「～ことによって」

「ことによって」は、そうすることで、ということです。

例：表面力は物体が別の物体と直接接触することによって発生します。

8. ベルヌイの式^{しき}

ベルヌイの式

$$\frac{V^2}{2} + gz + \frac{p}{\rho} = \text{const}$$

$\frac{V_A^2}{2} + gh + \frac{p_A}{\rho} = \frac{V_B^2}{2} + \frac{p_B}{\rho}$
 p_A, p_B : 大気圧
 V_A (水面の速度) $\ll V_B$ (噴出口の速度)

$\Rightarrow \frac{V_B^2}{2} = gh$
 $V_B = \sqrt{2gh}$ トルチェリの定理

- | | |
|---|---|
| <p>1. この上の式はベルヌイの式として知られています。</p> <p>2. この式は流体力学上、きわめて応用範囲の広い重要な式です。</p> <p>3. 例えば、スライドの図を見てください。</p> <p>4. 水面の高さが一定に保たれている水槽を考えます。</p> <p>5. 水面から h の距離に水槽の断面積に比べて小さい穴(噴出口あるいは噴出口という)があり、そこから流体が水槽の外へ流出します。また、流れは定常とします。</p> <p>6. この時、穴から噴出する流体の速度を求めます。</p> <p>7. 圧力と速度が水面(A)では p_A と v_A で、噴出口(B)では p_B と v_B の場合、噴出口を通る水槽内の一本の流線でベルヌイの式を書くことができます。</p> <p>8. ここで、流線とは各瞬間における流れの</p> | <p>1. The above equation is known as Bernoulli's equation.</p> <p>2. This is a very important equation with wide application in fluid dynamics.</p> <p>3. For example, look at this figure.</p> <p>4. Consider a tank filled with water whose level is maintained constant.</p> <p>5. There is a hole small compared to the cross section of the tank at a depth h under the water surface. The water flows out of the tank steadily.</p> <p>6. We derive the velocity of the fluid coming out through this hole.</p> <p>7. If p_A and v_A are the pressure and the velocity at the water surface (A) in the tank and p_B and v_B at the orifice (B) respectively, then we can write Bernoulli's equation for a streamline flow in the tank which pass through the center of the orifice.</p> <p>8. A stream line is a line whose tangential</p> |
|---|---|

ほうこう しめ きよくせん
方向を示す曲線のことを言います。

9. ふんりゅう すいみやく なかほん りゅうせん
噴流の水脈の中の1本の流線をたどると
すいめん ずちゅう
水面とつなげます (図中A~B)。

10. このりゅうせんそ
流線に沿ってベルヌイの定理を適用し
ます。

11. まずA点における速度, 圧力をそれぞれ v_A ,
 p_A とし, ふんしゅつぐち たか
噴出口からの高さを h とすると,

(1)のきへん
左辺は $\frac{v_A^2}{2} + gh + \frac{p_A}{\rho}$ となります。

12. どうよう てん かんが
同様に B点も考えると, このきへん
左辺は $\frac{v_B^2}{2} + \frac{p_B}{\rho}$ となります。

13. りゅうせんじょう
流線上ではこれらの値は一定なので, こ
の式が得られます。

14. てん てん たいきあつ
A点もB点も大気圧であれば, $p_A = p_B$ とな
ります。

15. ふんしゅつぐち ようき だんめんせき くら じゅうぶん
また, 噴出口が容器の断面積に比べて十分
に小さければ, すいめん さ
水面が下がる速度は噴出
速度に比べてじゅうぶん ちい
十分に小さいはずなので,
 v_A をむし
無視することができます。

16. するとこの式は $\frac{v_B^2}{2} = gh$ となり, これをへんけい
変形して $v_B = \sqrt{2gh}$ となります。

16. これはトリチェリの定理として知られてい
ます。

17. このように, ベルヌイの式は様々な形
でおうよう
応用することができる重要な式です。

direction gives the instantaneous
direction of the flow.

9. We consider one stream line connecting a
point A on the surface and a point B in the
orifice.

10. We apply Bernoulli's theorem along this
stream line.

11. Let the velocity and the pressure at point
A be v_A and p_A , respectively, and the
height from the orifice be h , then the left
hand side of this equation becomes
 $\frac{v_A^2}{2} + gh + \frac{p_A}{\rho}$

12. Similarly, the right-hand side at point B
becomes $\frac{v_B^2}{2} + \frac{p_B}{\rho}$

13. Since these values are constant on one
stream line, we can obtain this
expression.

14. If point A and point B are both under the
atmospheric pressure, $p_A = p_B$ holds.

15. In addition, if the cross-section of the
orifice is small enough compared to that
of the tank, the velocity v_A at the
surface is negligible.

16. Then this expression becomes $\frac{v_B^2}{2} = gh$
and we obtain $v_B = \sqrt{2gh}$

16. This result is known as Torricelli's
theorem.

17. In this way Bernoulli's theorem is a very
important theorem which can be applied in
various forms.

キーワード

・ベルヌイの式 ・流線 ・噴流 ・トリチェリの定理

日本語解説

図「噴出」

「噴出」は、ガスや水がいきおいよく噴き出すことです。

文1「～として知られている」

「～として」は「～の立場 (position) で」や「～の資格 (capacity) で」を表します。

例：富士山は、日本で一番高い山として有名だ。

文2「流体力学上」

「～上」は「～の上」の意味ですが、物の上だけでなく、「理論上」のようにも使います。

例：台上、紙面上、地図上、規則上、想像上

文2「きわめて」

「極めて」は、非常に、たいへんという意味です。

文2「応用範囲」

「応用」とは、原理、理論、知識などを実際の、実践的に利用することです。「応用科学、応用化学、応用物理、応用数学」等、非常によく使われる言葉です。「範囲」はある決まった広がりのことです。

文4「保たれる」

「保たれる」とは、その状態が続いているということです。

文4「水槽」

「水槽」は、水を入れておく大きい入れ物、タンクです。

文5「穴」

穴は hole です。「穴をあける、穴があく、穴を掘る、穴をふさぐ、穴がふさがる」のような動詞と一緒に使います。

文5「定常」

一定していて変わらないことです。

文8「各瞬間」

「各」は、それぞれという意味です。「瞬」は、目をぱちぱちとまたたくことで、「瞬間」は「瞬くほどの短い時間」です。「各瞬間」は、それぞれの瞬間ということです。

文9「水脈」

「水脈」とは、地下などを流れる水の道のことです。

文9「たどる」

「～をたどる」は道路や流れに沿って進むことです。

文10「～に沿って」

「沿う」は、線状の長いものから離れないでその線の近くにあること、あるいは、移動することです。

例：・川に沿って道路がある。道路に沿って、並木がある。 ・作業の流れに沿って説明する。

文10「適用」

「適用」とは、ここでは、ベルヌイの定理をあてはめて用いることです。「適」の漢字には、まっすぐ行く、まともに向かう、という意味があり、そこから、ぴったり合う、あてはまるという意味に発展しました。「適」を使う言葉には「適する、適当、適切、適応、適合、適用、適度、適量、適正、適性、快適、最適」などがあります。

文15「～が下がる」

上下の動詞は次のとおりです。自動詞・他動詞と一緒に使う助詞を間違えないように使いましょう。

～が上がる	～を上げる	例：・水面が上がる	・（～が）水面を上げる
～が下がる	～を下げる	例：・水面が下がる	・（～が）水面を下げる

文15「無視する」

「視」は「見る」ことで、「無視」は「見ない」ということから、目の前にあるものの存在や価値を認めないことです。

例：AさんはBさんの意見を無視した。

文17「様々な」

「様々な」は「色々な」と同じ意味ですが、少しかたい表現です。