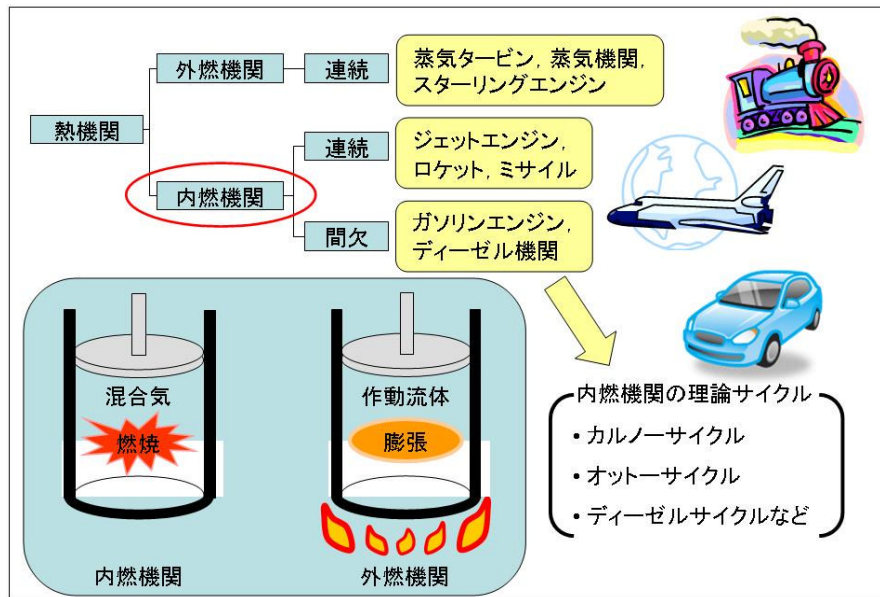


ねつきかん 1. 熱機関



1. ここでは、熱機関について勉強します。
 2. 熱機関とは、熱エネルギーを機械的エネルギーに変換する機関のことです。
 3. そして熱機関と呼ばれるものには自動車のエンジンのような内燃機関と、蒸気機関のような外燃機関の2種類に分類されます。
 4. まずは、内燃機関を説明しましょう。内燃機関は内部で燃料を燃焼させて動力を取り出す機械のことです。
 5. ピストンエンジン(レシプロエンジン)やガスタービンエンジン等は、燃料を動力源として利用しています。
 6. 燃焼形態に注目した場合、ピストンエンジンは「間欠燃焼」、ガスタービンエンジンは「連続燃焼」という違いがあります。
 7. ピストンエンジンの場合、シリンダー(気筒)内部で燃料を燃焼させ、燃焼により生じる圧力がピストンを押す力を利用しています。
1. In this section we study about the heat engine.
 2. Heat engine is an engine which can convert heat energy to kinetic energy.
 3. There are two types of heat engine. One is the internal combustion engine like those used in cars. The other is the external combustion engine like the steam engine.
 4. First let me explain about internal combustion engines. Internal combustion engine is a machine which can produce power by burning fuel internally.
 5. A piston engine (a reciprocating engine) and a gas turbine engine utilize fuel as their power source.
 6. In terms of burning, a piston engine uses “intermittent firing” and a gas turbine engine uses “continuous combustion”.
 7. A piston engine burns fuel inside of the cylinder and uses the pressure of the combustion for its power.

8. 次^{つぎ}に外燃機関^{がいねんきかん}について説明^{せつめい}します.
9. 外燃機関^{がいねんきかん}は機関内部^{きかんないぶ}にある気体^{きたい}を機関外部^{きかんがいぶ}の熱源^{ねつげん}で加熱^{かねつ}・冷却^{れいきやく}により膨張^{ぼうちよう}・収縮^{しゅうしゆく}させることにより、熱エネルギー^{ねつエネルギー}を運動エネルギー^{うんどうエネルギー}に変換^{へんかん}する機関^{きかん}です.
10. 代表的^{だいひょうてき}なものとして、先^{さき}ほどあげた蒸気機関^{じょうききかん}のほかに、蒸気タービン^{じょうきタービン}、スターリングエンジン^{スターリングエンジン}などがあります.
11. たとえば蒸気タービン^{じょうきタービン}では、水^{みず}を沸か^わしてその蒸気^{じょうき}でタービンを回^{まわ}して機械的エネルギー^{きかいてきエネルギー}（動力^{どうりよく}）を得^えます.
12. この場合^{ばあい}の蒸気^{じょうき}のことを動作気体^{どうさきたい}（作動流体^{さどうりゅうたい}）といいます.
13. 外燃機関^{がいねんきかん}の特徴^{とくちゆう}として、熱源^{ねつげん}が外部^{がいぶ}にあるため燃料^{ねんりよう}の形態^{けいたい}（気体^{きたい}・液体^{えきたい}・固体^{こたい}）による選択肢^{せんたくし}が広いこと、最適^{さいてき}な条件^{じょうけん}で燃焼^{ねんしょう}させられるため、大気汚染物質^{たいきおせんぶつしつ}の排出^{はいしゆつ}を抑え^{おさ}やすいこと、また、化石燃料^{かせきねんりよう}だけでなく、原子力^{げんしりよく}・地熱^{ちねつ}・太陽光^{たいようこう}など多種多様^{たしゆたよう}の熱源^{ねつげん}を利用^{りよう}できることが挙げ^あげられます.
14. 産業革命^{さんぎやうかくめい}を引き起^ひこす原動力^{げんどうりよく}となった外燃機関^{がいねんきかん}でしたが、小型化^{こがたか}・軽量化^{けいりようか}が難^{むずか}しいため、やがて輸送機械^{ゆそうきかい}を中心^{ちゆうしん}に内燃機関^{ないねんきかん}に移^{うつ}り変わりました.
15. しかし、大型^{おおがた}の蒸気機関^{じょうききかん}については現代^{げんだい}でも積極^{せつぎよく}的に利用^{りよう}されています.
16. 例^{れい}として、火力^{かりよく}・原子力^{げんしりよく}発電所^{はつでんしょ}は蒸気タービン^{じょうきタービン}で発電^{はつでん}しており、高い熱効率^{たかねつこうりつ}を実現^{じつげん}しています.
17. 熱機関^{ねつきかん}において、熱^{ねつ}を仕事^{しごと}に変換^{へんかん}する際の高温熱源^{こうおんねつげん}から低温熱源^{ていおんねつげん}へのエネルギー^{エネルギー}の流れ^{なが}を表^{あらわ}したものが理論サイクル^{りろんさいくる}と呼ばれるものです.
8. Next, I will talk about external combustion.
9. An external combustion engine converts heat energy to kinetic energy by expanding or contracting the inside gas using an outside heat source.
10. Representatives of them are a steam turbine and a Stirling engine.
11. In steam turbine, water is boiled and steam is used to turn the turbine and make kinetic energy.
12. In this case, we call the steam working fluid.
13. Characteristics of a external combustion engine are : we can use many forms of fuel (gas, liquid, solid) since the heat source is outside, we can reduce the exhaustion of air contaminants because it is easy to control the burning condition, and we can use not only fossil fuel but also many other kinds of energy sources such as nuclear power, ground heat and solar light.
14. The external combustion engine was the driving force of the industrial revolution, but it was replaced by the internal combustion engine mainly in vehicles because it is difficult to downsize and reduce weight.
15. However, large steam engines are still using a external combustion engine now.
16. For example, thermal and nuclear energy power stations use steam turbines to generate electricity, and have very high thermal efficiency.
17. In heat engines, a theoretical cycle describes a flow of energy from a high heat source to a low heat source when system transfers heat to work.

- 18 これらについては後に説明します。 18 I will explain about this later.
19. 熱機関全般についていえることですが、熱効率
においてカルノーサイクルの熱効率を超えるも
のは、理論上作りだせません。 19. Theoretically, it is impossible to make an
engine with a larger thermal efficiency than the
Carnot cycle thermal efficiency. This is said
about all heat engines.
20. カルノーサイクルに関しては、次節で説明しま
す。 20. I will explain about the Carnot cycle in the next
section.

キーワード

・ 熱機関 ・ 熱エネルギー ・ 機械的エネルギー ・ 自動車 ・ エンジン ・ 内燃機関 ・ 外燃機関 ・ 燃料 ・ レシ
プロエンジン ・ ガスタービンエンジン ・ 燃焼形態 ・ 間欠燃焼 ・ 連続燃焼 ・ シリンダー ・ ピストン ・ 蒸気ター
ビン ・ スターリングエンジン ・ 動作流体 ・ 化石燃料 ・ 原子力 ・ 地熱 ・ 太陽光 ・ 産業革命 ・ 輸送機器 ・
熱効率

日本語解説

文2「熱機関」

「機関」とはここでは熱エネルギーを機械的エネルギーに変える機械装置のことです。

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。

☞「講義に役立つ日本語」

文2「～とは、～のことである」

定義するときによく用いられる表現です。

例：高齢者とは65歳以上の人のことである。

文2「機械」

「機関」や「機械」の「機」の漢字のものの意味は、織物の織り機です。「械」もいろいろな仕組みを持
った道具のことで、「機械」はmachineryです。

文2「変換する」

あるものや状態を別の体系のものや状態に換えることです。

例：ひらがなを漢字に変換する。

文3「～と呼ばれる」

「呼ぶ」は、名づけるということです。「熱機関と呼ばれる」は受身形で、「熱機関と名づけられている」ということです。

文3「蒸気」

「蒸気」は液体が蒸発して気体になったものです。

文3「～に分類される」

「分類する」というのは、ある集団を種類によって分けることをいいます。

例：日本の大学は一般的に、文系と理系に分類されている。

文4「まず」文8「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4「燃料」「燃焼」

「燃料」は石油や石炭など、燃やして熱を起こすための材料です。

「燃焼」は燃料が燃えることです。

文5「動力源」「熱源」

漢字「源」は泉(spring)から水が出ている様子を表していて、物事のおこるものと意味があります。

「動力」は機械を動かす力です。「動力源」は動力のもとになっているもの、「熱源」は熱を起こすもとになっているものです。

文5「利用」

うまく役に立つように使うことです。

例：インターネットを利用して参考文献を検索する。

文6「燃焼形態」

「燃焼形態」は燃えるときの状態、様子のことです。

文6「注目」

「注目」は注意、関心を向けることです。

例：新エネルギーが注目されている。

文7「～により」

「～により」は「～によって」の連用中止の形で、原因、手段などを表します。

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。

👉「講義に役立つ日本語」

文7「生じる」

「～を／が生じる」とは、「起きる／起こす、うむ／うまれる」ということです。

例：物体が平面上を移動するとき、摩擦を生じる。摩擦によって熱が生じる。

文9・13「気体・液体・固体」

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。

文9「加熱・冷却」「膨張・収縮」

「加熱」は、熱を加えることです。「冷却」は、冷やすこと、冷えることです。

「膨張」は膨れて広がること、「収縮」は縮まることです。

文10「代表的なもの」

同類の中でそのグループの性質や特徴をよく表しているもののことです。

文10「先ほど」

「先ほど」は「少し前、さっき」のことで、「さっき」よりかたい表現です。

文11「沸かす」

水を熱して煮立てて湯にすることです。

文11「得る」

「得る」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　・好成績を得る　・やむを得ない　・あり得ない

文12「動作」「作動」

「動作」は何かをするときの体や装置の動きです。「作動」は機械や装置が動くことです。

文13「特徴」

「特徴」は、他のものと違う、そのものだけにある特別のもののことです。

例：日本の気候の特徴は温暖で湿度が高いことです。

文13「選択肢」

「^{せんたく}選択」は^{えら}選ぶこと、「^し肢」は「^{てあし}手足」の意味です。「^{せんたくし}選択肢」は、「^{えら}選ぶためのいくつかの^{こうもく}項目」です。
例えば、「^た問題：次の4つの中から正しいものを1つ^{ただ}選びなさい。」のような問題の「^{えら}次の4つ」の部分
を^{せんたくし}選択肢といいます。

文 13 「^{じょうけん}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^{しょうがくきん}奨学金に^{しんせい}申請できるのは、次の1～3の^{じょうけん}条件を満たす^{もの}者です。

文 13 「^{ねんしょう}燃焼させられるため」

分析すると、「^{ねんしょう}燃焼+^{しえき}させ（^{かとう}使役）+^{りゆう}らせる（^{かとう}可能）+^{ため}ため（^{りゆう}理由）」となり、「^も燃やさせることができるので」という意味です。

文 13 「^{たいきおせんぶつしつ}大気汚染物質」

「^{たいき}大気」は^{くうき}空気、「^{おせん}汚染」は^{よご}汚すことで、「^{たいきおせんぶつしつ}大気汚染物質」は「^{くうき}空気を^{よご}汚すもの」です。

文 13 「^{はいしゆつ}排出を抑える」

「^{はいしゆつ}排出」は、中^{なか}にたまった、^{そと}いらぬものを^だ外に出すことで、「^{おさ}抑える」は^で出ないように^お押しとどめる
ことです。「^{はいしゆつ}排出を抑える」は、「^{はいしゆつ}排出が^{おお}多くならないようにする」ということです。

文 13 「^{かせきねんりよう}化石燃料」

^{せいぶつ}生物が^{かせき}化石になったものを^{ねんりよう}燃料としたもので、^{せきゆ}石油、^{せきたん}石炭、^{てんねん}天然ガスなどのことです。

文 13 「^{たしゆたよう}多種多様」

^{しゆるい}種類などがいろいろであることです。

文 14 「^ひ引き起こす」

「^ひ引き起こす」は「^ひ引く+^お起こす」で、^{ふくごうどうし}複合動詞です。^ひ引っ張って^お起こす、というのが^{もと}元の^い意味で、^{なに}何か^{こと}事を^ひ引き^お起こす、^{けつ}結果を^かもたらす、といった意味もあります。

例：^{ふちゆうい}不注意が^{じこ}事故を^ひ引き^お起こした。

文 14 「^{げんどうりよく}原動力」

「^{げんどうりよく}原動力」は^{かつどう}活動などを^ひ引き^お起こすもととなる^{ちから}力のことです。

例：^{けいざいせいちょう}経済成長の^{げんどうりよく}原動力となったのは、^{ないじゆ}内需の^{かくだい}拡大である。

文 14 「^{こがたか}小型化・^{けいりようか}軽量化」

「^か～化」は語の^ご後ろの^{ぶぶん}部分について、（語の^ご前の^{まへ}部分の^{ぶぶん}ように）^かなる／^い変わるという^い意味です。「^{こがたか}小型化」
は、^{かた}型が^{ちひ}小さくなること、「^{けいりようか}軽量化」は^{かる}軽くなることです。

☞ 「講義に役立つ日本語」

文 14 「輸送」

車や船や飛行機などを使って、物や人を運ぶことです。

文 15 「積極的」

「積極的」は物事を進んでしようとする様子のことです。反対は「消極的」です。

文 16 「発電」

漢字「発」には「ぱっと開く」という意味があり、何かを始める、思いつく、起きる、外に向かっている、というような意味で用いられます。「発電」は電気を生み出すことです。

文 16 「効率」

機械が行った仕事の量と、機械に使われたエネルギーとの比です。
一般的には仕事の能率のことです。

文 17 「際」

「際」という字は二つのものが接する境目の意味があります。例えば「水際」は陸と水が接するところ
です。「国際」は国と国が接することです。場所だけではなく、時間や状況などにも使います。「生
じる際」は、「生じる時」という意味です。

例：マークシート用紙に記入する際は、記入箇所の誤りに注意しなければならない。

文 17 「表す」

考えなどを表に出して示すことです。

文 19 「全般」

同類のものを全体として扱うときに「全般」を使います。

例：留学生の生活全般の相談を受け付けます。

文 19 「～において」

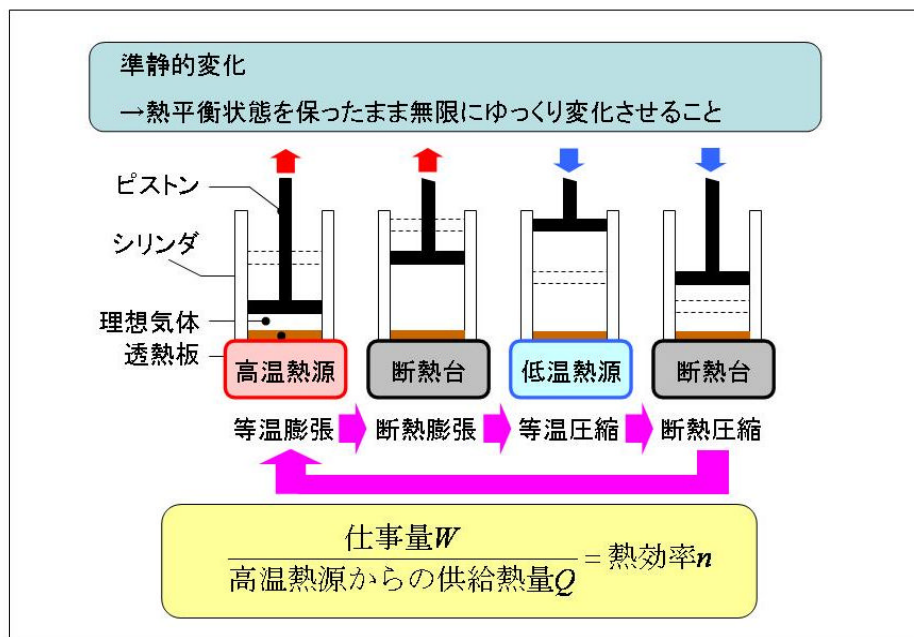
「～において」は、「(場所・時間・分野・領域など)」という意味です。

例：構造物や機械の設計において、部材の内外にはたらく力を決定するために、静力学の原理を用い
ることが必要です。

文 19 「～を超える」

「超える」は、ある基準や限度以上になることです。

2. カルノーサイクル(1)



- ここでは、カルノーサイクルについて勉強します。
1. In this section, we learn about the Carnot cycle.
- まず、ピストンとシリンダーからなる系の一定量の理想気体を詰めておきます。
2. First of all, let's think about the piston and cylinder system containing a certain amount of ideal gas.
- ピストンは完全に熱の移動を遮断する材料でできていて、摩擦損失もなく滑らかに動きます。
3. It is assumed that the piston is made of adiabatic materials and can move with no friction.
- シリンダー壁の底以外は断熱壁ですが、底は等温膨張では吸熱、等温圧縮では放熱、それ以外では断熱となっています。
4. The cylinder wall is also adiabatic, however, through the bottom, the heat is absorbed in the process of isothermal expansion, exhausted in the isothermal compression, and does not pass in the other two processes.
- カルノーサイクルは図のように、4段階の準静的変化をして元に戻るサイクルです。
5. The Carnot cycle is a cycle including four steps of quasi static change and returning to the first stage.
- 系が熱的な平衡状態(熱平衡状態)を保ったままで、無限にゆっくりかつ静かに状態を変化させることを準静的変化と言います。
6. Quasi static change is a process where the state is changed infinitely slowly and steadily, keeping the thermal equilibrium condition.
- つまり、この変化は無限にゆっくり行うという理想的過程ですが、現実的には系が熱平衡に近づく速さにくらべて変化がゆっくりであれば、
7. In other words, this is a change which is ideally executed at an infinitely slow speed. However, we can consider the real change as a

系が熱平衡からほとんど離れないから準静的変化であるとみなすことができます。

8. 準静的変化で生じた変化は、その道筋をまた準静的に逆にたどる過程によって系も外界も最初と同じ状態にもどることができる可逆過程であることも重要な特徴の一つです。

9. 等温膨張では、高温熱源と接触させながら等温で準静的に体積を膨張させます。

10. 断熱膨張では、気体を断熱的に膨張させます。

11. 等温圧縮では、気体を低温熱源に接触させ、等温で準静的に体積を圧縮させます。

12. 最後に、断熱圧縮では、気体を断熱的に圧縮して最初の状態にもどります。

13. このサイクルでは高温熱源から受け取った熱の一部を仕事として外に出します。

14. そして、原理的には同じサイクルを何度でも繰り返すことができることから、熱機関を表します。

15. また、高温熱源が供給した熱量が全部仕事になるわけではなく、この熱量の内仕事に使われる割合がこの熱機関の熱効率です。

quasi static if it is slower in comparison to the speed that the system reaches the thermal equilibrium state.

8. It is an important characteristic that the quasi static change is a reversible process where the system can return to the first state by taking the same route in the opposite direction.

9. In the isothermal expansion step, we expand an ideal gas quasi statically by making contact with the high thermal source.

10. In the adiabatic expansion step, we expand the gas adiabatically.

11. In the isothermal compression step, the gas is compressed isothermally by making contact with a low heat source.

12. Finally, in the adiabatic compression step, we compress the gas adiabatically and the gas returns to the first state.

13. In this cycle, not all of the heat given by the high heat source is used for work.

14. In principle, this cycle is done repeatedly, therefore this is a heat engine.

15. The ratio of the heat used for work to the heat given from the high heat source is defined as the thermal efficiency of this engine.

キーワード

・カルノーサイクル ・理想気体 ・摩擦損失 ・シリンダー ・等温膨張 ・等温圧縮 ・断熱膨張 ・断熱圧縮 ・吸熱 ・放熱 ・準静的変化 ・サイクル ・断熱壁 ・熱平衡 ・無限にゆっくり ・理想的過程 ・可逆過程 ・高温熱源 ・低温熱源 ・仕事 ・熱量

日本語解説

文2「系」

相互に作用し合ったり関連を持ったりするひとまとまりやシステム等を系といいます。

文2「詰める」

一定の範囲の中にぎっしり動かないほど物を入れることを「詰める」といいます。

文3「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3「移動する」

「移動する」は、ある場所から別の場所に動くことです。

文3「遮断する」

さえぎり、ふさいでとめることです。

例：ウィルスメールを遮断する。

文3「材料」

「材料」とは物を作るときに使うものになる物です。

①自動車部品の材料（自動車部品のもとなる物）

②建築材料（建築のもとなる物）

③金属材料（金属でできている材料）

①②のように、「材料」の前にその材料を使ってできるものを置く場合や、③のように、その材料が何でできているかを表す場合があります。

文3「摩擦」

物体が平面上を移動するとき、摩擦を生じます。摩擦によって熱が生じます。

文3「損失」

「損失」は利益などを失うことです。

文3「滑らかに動く」

ものの表面にでこぼこがなく、平らで摩擦力が働かないこと、また、ものごとがつかえないで、スムーズに進行することを「滑らか」といいます。

文4「壁」

「壁」は家の四方を囲い、部屋を仕切るものです。

文4「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4「膨張」「圧縮」

「膨張」は膨れて広がること、圧縮は縮めることです。

文4「吸熱」「放熱」

「吸熱」は熱を吸い込むこと、「放熱」は熱を放つ（放出する）ことです。

文5「準静的変化」

「準」はあるものの次に位置することを示します。

例：準優勝、準決勝、準じる

文6「平衡状態」

「平衡」とは、つり合いがとれていることです。「平」は、水面に浮かぶ草のように水平（平ら）であることです。「衡」は「行」の間に、上下に「角」と「大」が挟まった字で、大きい牛が道を行くときに角に渡した横木のことで、そこから意味が、横木→はかり棒→つり合いが取れている、というように発展しました。「平衡状態」とは、バランスが保たれているということです。

文6「保ったまま」

「保ったまま」とは、その状態を続けたままということです。

文6「無限」

限りや限界がないことです。

文6「かつ」

「かつ」は、それとともに、その上に、という意味です。AかつBは、AとBが両方成立するということです。

例：この製品は高性能であり、かつ価格も安い。

文7「行う」

「行う」は「する、何かを実際にする」ということです。

例：実験を行う。

文7「理想的」

「理想」はまだ現実のものではないが、物事の最もそうあってほしい状態のことです。

文7「過程」

「過程」は物事の進行していく順序、プロセスです。

文7「～とみなす」

「みなす」は、実際は、どうか分からないが、そういうものだと捉えることです。

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8「生じる」

「～を／が生じる」とは、「起きる／起こす、うむ／うまれる」ということです。

例：物体が平面上を移動するとき、摩擦を生じる。摩擦によって熱が生じる。

文8「道筋」

通っていく道のことです。

文8「逆」「可逆」

「逆」は反対・さかさまの方向です。「可逆」は逆もどりできるということです。

文8「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11「接触」

「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、直接接触れることです。

文14「原理的」

「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14「繰り返す」

同じことを何回もすることです。

例：製品の改善のため実験を繰り返した。

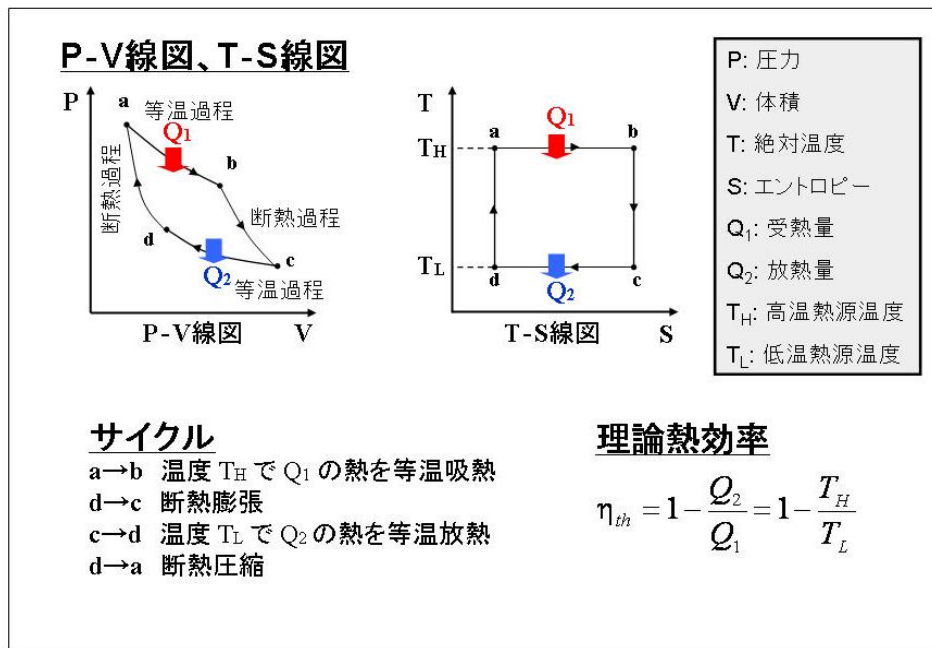
文15「供給」

「供給」は要求や必要に応じて物を与えることです。反対は「需要」です。

文15「割合」

「割合」は、全体の中であるものが他のものと比べて多いか少ないかの程度です。

3. カルノーサイクル(2)



1. ここでは、カルノーサイクルをより詳細に見ていきましょう。
2. 左側の図は pV 線図といい、縦軸に p (圧力)、横軸に V (体積) を表したグラフです。
3. 仕事は $dW = pdV$ で示されるから PV 線図では仕事は面積で表されます。
4. また、変化の方向を示す矢印が左から右に向いているときは、膨張していますから系は外に仕事をしています。
5. 矢印が右から左に向いているときは、圧縮を受ける変化ですから系は外から仕事をもらっています。
6. pV 線図は状態変化が起こったときの仕事の出入りが視覚的にわかるのでよく用いられます。
7. 次に、右側の図は TS 線図といい、縦軸に絶対
1. In this section, we learn about the Carnot cycle in detail.
2. The figure on the left is called a pV diagram. In a pV diagram, pressure p is shown in the ordinate and volume V is shown in the abscissa.
3. Work is represented by $dW = pdV$, therefore the work is represented by the area in pV diagram.
4. When the arrow in the figure goes from left to right, the system is expanding and doing work to the outside.
5. On the contrary, when the arrow goes right to left, the system is being compressed and receiving work from the outside.
6. Such a pV diagram is often used because it shows the work visually when the state changed.
7. The figure on the right is called a TS

温度, 横軸にエントロピーを表したグラフです.

8. 熱量は $dQ = TdS$ で示されるから, TS 線図で
は面積は出入りする熱量を示しています.

9. また, 変化の方向がエントロピーが増加する
方向なら系を加熱しており(入熱), 逆の方向な
ら系から熱が逃げていくこと(放熱)を示していま
す.

10. 次に, サイクルを TS 線図で考えてみます.

11. 時計回りでは加熱量が放熱量より大きいので,
系が外にする正味の仕事は正となり, このサイク
ルは熱機関を示します

12. 逆に, 反時計回りの場合は放熱量が吸収熱量
(加熱量)を上回るので, 正味の仕事は負にな
り, このサイクルはヒートポンプあるいは冷凍機と
なります

13. 熱量 Q_1 のうち, 仕事として扱われる割合は
 $\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ です.

14. また, 理想気体のカルノーサイクルでは
 $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{V_2}{V_1}$ が成り立つから効率は, $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$
となります.

15. まとめて, 効率は熱源の温度だけで決定する
ことができますといえます.

16. ここで例題を一つ考えます.

diagram where temperature is shown in the ordinate and entropy is shown in the abscissa.

Since heat quantity is represented by $dQ = TdS$, heat quantity is shown by the area in a TS diagram.

Also if the change occurs in the same direction as the increase of entropy, it shows that the system is being heated. The change in the opposite direction shows that the system is wasting heat.

10. Next we discuss a cycle in a TS diagram.

11. In the case of a clockwise direction, since the heat absorption is larger than heat discharged, the net work done by the system is positive and this cycle describes a heat engine.

12. On the other hand, when the cycle is traced in a counterclockwise direction, heat discharge is larger than heat absorption, so the net work from system is negative and this cycle describes a heat pump or a refrigerator.

13. The ratio of the work to the heat absorbed is
 $\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$.

Since the relation $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{V_2}{V_1}$ holds in the

Carnot cycle of ideal gas, the thermal efficiency

becomes $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$.

15. In conclusion, the thermal efficiency is determined only by the temperature of the heat sources.

16. Here let's consider an example.

17. 100℃で沸騰している水を高温熱源とし、0℃で溶けかかっている氷を低温熱源とします。

17. Suppose that the high heat source is boiling water at the temperature of 100 °C and the low heat source is melting ice at 0°C.

18. このカルノーの熱機関の効率

$$\eta = \frac{373 - 273}{373} = 0.27 \text{ となります.}$$

18. Then the thermal efficiency of this Carnot heat

$$\text{engine is } \eta = \frac{373 - 273}{373} = 0.27 .$$

キーワード

・カルノーサイクル ・PV線図 ・系 ・仕事 ・状態変化 ・TS線図 ・エントロピー ・熱量 ・ヒートポンプ ・冷凍機 ・理想気体 ・熱効率

日本語解説

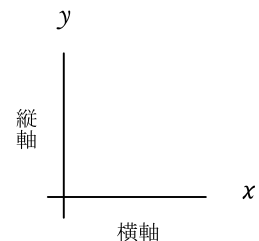
文1「詳細に」

ここでは、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。

文2「縦軸」「横軸」

「軸」とは、円形のものの中心にある棒状のもののことです。

「縦軸・横軸」を右の図に示します。



文3「圧力」

「圧力」とは、物体が他の物体を押さえつける力です。

文4「方向」「向いている」

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發展しました。「方向」は、向いて行こうとする方角のことです。

「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、「向」を使う言葉は「～を向く（自動詞）、～を向ける、～が～に向かう、向き、向け、向こう、向かい、方向、傾向、向上、上向き、下向き、前向き」など多くあります。

文4「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4「矢印」

「→」：このような印を矢印といいます。

文6「用^{もち}いられる」

「用^{もち}いる」は「使^{つか}う」とほぼ同^{おな}じように使^{つか}います。「用^{もち}いられる」は受身形^{うけみけい}です。

例：・静力学^{せいりきがく}の原理^{げんり}を用^{もち}いる。 ・モデルを用^{もち}いた実験^{じつけん}

文8「面^{めん}積^{せき}」

ある面^{めん}の広^{ひろ}さを「面^{めん}積^{せき}」といいます。立^り体^{たい}の大^{おお}きさを「体^{たい}積^{せき}」といいます。

文9「増^{ぞう}加^かする」

「～が増^{ぞう}加^かする」とは、増^ふえることです。「増^{ぞう}加^か」の反^{はん}対^{たい}は「減^{げん}少^{しょう}」です。

☞「講義^{こうぎ}に役^{やく}立^だつ日^に本^{ほん}語^ご」

文11「正^{しょう}味^み」

外^{そと}側^{がわ}の付^ふ属^{ぞく}物^{ぶつ}などを取^とり除^{のぞ}いた中^{なか}身^みだけ^{だけ}のこ^こを「正^{しょう}味^み」といいます。

文11「正^{せい}」文12「負^ふ」

「正^{せい}」は「0」(零^{れい})より大^{おお}きい数^{かず}のことです。「0」より小^{ちい}さい数^{かず}は「負^ふ」(マイナス)です。

文13「～として扱^{あつか}われる」

「～を…として扱^{あつか}う」は「～を…という身^み分^{ぶん}、役^{やく}割^{わり}、状^{じょう}態^{たい}の物^{もの}として考^{かんが}え、処^{しょ}理^りする」という意味^{いみ}です。

例：20歳^{れい}にな^はると大^お人^{とな}として扱^{あつか}われることにな^なる。

文14「成^なり立^たつ」

「成^なり立^たつ」は必要^{ひつよう}な条^{じょう}件^{けん}など^{など}が満^みたさ^されて、その状^{じょう}態^{たい}であること^{こと}がで^できる、成^{せい}立^りつ、という意味^{いみ}です。

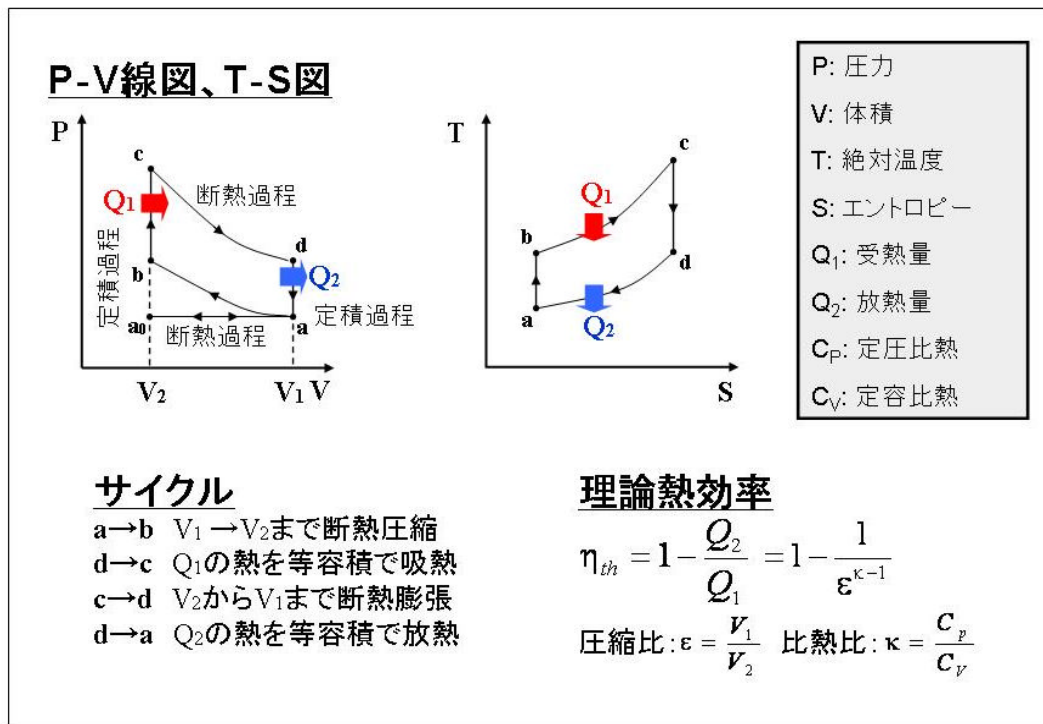
文15「ま^まとめ^める」

「ま^まとめ^める」というのは、個^こ々^こばらば^ばら^らの物^{もの}を一^{ひと}つにす^することです。こ^ここでは、話^{はな}を最^{さい}後^ごに分^わかりや^やすく要^{よう}約^{やく}す^することです。論^{ろん}文^{ぶん}の最^{さい}後^ごには「ま^まとめ^め」の項^{こう}目^{もく}がある物^{もの}があ^あります。ま^また、論^{ろん}文^{ぶん}を完^{かん}成^{せい}さ^させるこ^こを、「論^{ろん}文^{ぶん}をま^まとめ^める」とい^いいます。

文17「沸^ふ騰^{とう}する」

「沸^ふ騰^{とう}する」は液^{えき}体^{たい}が熱^{ねつ}せ^せら^られて、沸^わいて煮^にえ立^たつこ^こです。

4. オットーサイクル



- ここでは、オットーサイクルについて勉強します。
- オットーサイクルは現在ガス機関やガソリンエンジン機関などに用いられる基本サイクルで、オットー (Otto) がはじめてこのサイクルを応用して機関を作製したといわれています。
- オットーサイクルはまた等容サイクルとも称せられ、一定容積の下で燃焼が行われます。
- 図のグラフでは、新しいガスがまず等圧変化 a₀→a に沿いシリンダ内に吸い込まれ、断熱変化 a→b を受けてから点火爆発により容積一定の下に変化 b→c と圧力が上昇し、次いで断熱膨張 c→d を行ってから変化 d→a→a₀ に沿って排気されます。
- これらの中で変化 a₀→a と a→a₀ の吸込みと排気
- In this section we learn about the Otto cycle.
- The Otto cycle is the main cycle used in the gas engine, the gasoline engine and so on. Otto first applied this cycle to make engines..
- The Otto cycle is also called the equal volume cycle since the combustion is done keeping the volume constant.
- Next look at the figure. New gas is being sucked into a cylinder during isobaric change from a₀ to a. After adiabatic change from a to b, the gas is ignited causing an explosion and pressure increases from b to c under the constant volume. Then adiabatic expansion from c to d is done and the gas is exhausted during the change from d to a to a₀.
- Among these changes, the changes from a₀ to a,

は図の T-s 線図には現われず、基本サイクルを論ずる場合にこれらを無視して差し支えありません。

6. すなわち一定量のガスがサイクル $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ を繰り返すものと考えます。

7. さてオットーサイクルにおいてはガスに対し、変化 $b \rightarrow c$ の間に熱量 Q_1 が供給され、変化 $d \rightarrow a$ の間に熱量 Q_2 が放熱されると考えられます。

8. 両変化ともに等容変化であるから、理論熱効率 $n = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ となります。

9. また、圧縮比を $\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$ と定義すると $n = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{K-1}}$ となり、熱効率は圧縮比が大きいほど高くなることがわかります。

and a to a_0 do not appear in TS diagram. So we can ignore these changes when discussing the Otto cycle.

Namely, we think that a certain amount of gas repeats the cycle $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$.

In the Otto cycle, the heat quantity Q_1 is supplied during change from b to c, and heat quantity Q_2 is released during change from d to a.

Since both changes are equal volume changes, the thermal efficiency can be described as

$$n = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

9. When we define the compression ratio as $\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$, the thermal efficiency becomes

$$n = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{K-1}}.$$

Therefore, we see that the thermal efficiency becomes bigger as the compression ratio increases.

キーワード

・オットーサイクル ・ガス機関 ガソリンエンジン機関 ・オットー ・サイクル ・等容サイクル ・等圧変化 ・断熱変化 ・点火爆発 ・断熱膨張 ・排気 ・TS線図 ・熱量 ・理論熱効率 ・圧縮比 ・熱効率

日本語解説

文2「基本」

漢字「基」は、四角い土台を表しており、「もと、もとになるもの、もとづく」等の意味があります。「基」を使う語句には「基づいて、基にして、基礎、基準、基盤、基調」などがあります。「基本」は、物事がそれにもとづいて成立する根本のことです。

文2「応用」

「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、応用物理学、応用数学」等、非常によく使われる言葉です。

文2「作製」

漢字「作」は「材料に切れ目を入れてつくること」、「製」は「材料を切って整えてつくること」という元の意味があります。作製・製作（する）は「物をつくること」です。

文3「称せられる」

「称する」は「呼ぶ」、「称せられる」は「呼ばれる」とほぼ同じです。

文4「～に沿い」

「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4「点火」「爆発」

「点火」は火をつけること。「爆発」は、急に体積が増し破壊作用を起こすことです。

文4「上昇」

「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。

文4「排気される」

「排気する」は中の空気を外に出すことです。

文5「現われず」

「現れる」は「姿かたちを見せる」、「表れる」は「心の中にあるものが示される」という意味です。
「現われず」は「現われない」と同じで、ここでは「現われないので」という意味です。

文5「論ずる」

そのことについてとりたてて問題にする、議論するということです。

文5「差し支えない」

「差し支え」は「都合の悪い事情」です。ここで「差し支えない」は「問題ない」とほぼ同じです。

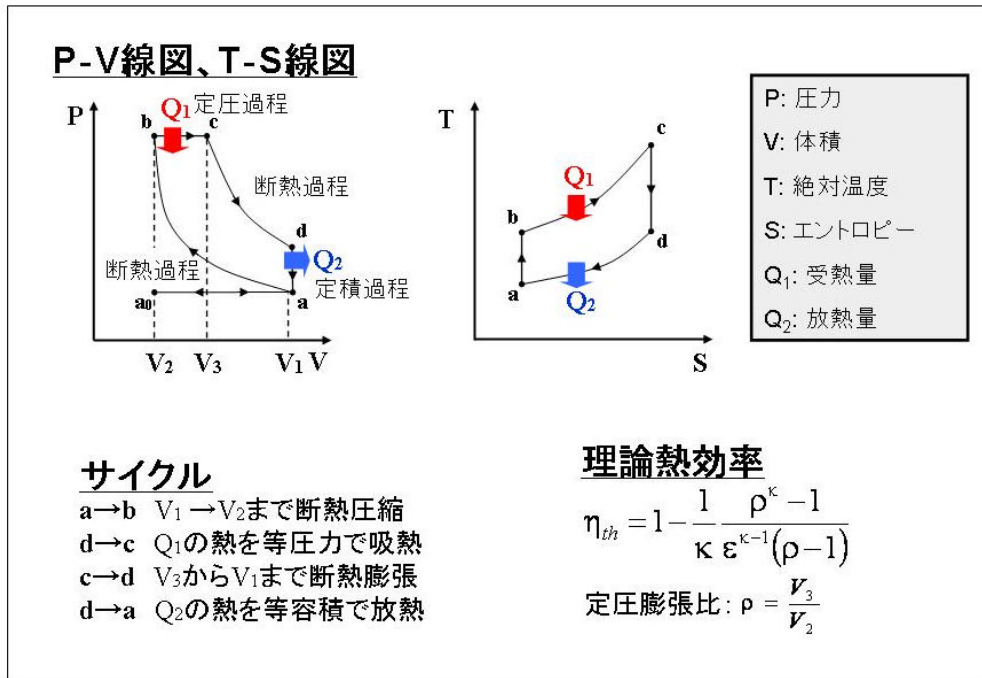
文7「～に対し」

「～に対し」は「～に対して」の連用中止の形です。～を対象に、～に向けて、という意味です。
例：留学生に対して奨学金が支給される。 ➡「講義に役立つ日本語」

文9「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。

5. ディーゼルサイクル



- ここでは、ディーゼルサイクルについて勉強します。
 - ディーゼルサイクルはルドルフ・ディーゼルが新しい機関の原理として提案したもので、1897年始めてこのサイクルを用いた実験用のディーゼル機関が作製されました。
 - このディーゼルサイクルは等圧サイクルとも称せられ、燃焼は一定圧力の下で行われます。
 - 図のPV線図に示す等圧変化a₀→a、及び a→a₀ は、新しい空気の吸込みと燃焼生成ガスの排出とを表します。
 - TS線図には、これらはあらわれません。
 - このサイクルでは、吸込んだ空気を断熱変化a→bに沿って圧縮し、この空気の圧縮熱だけで着火温度にまで達せしめるのです。
 - 圧縮の終わりbで燃料を注入し始めますが、こ
- In this section we learn about the diesel cycle.
 - The diesel cycle was proposed by Rudolf Diesel, and the first test model of the Diesel engine using this cycle was made in 1897.
 - Since the fuel is burned in a constant pressure in this Diesel cycle, it is also called a constant pressure cycle.
 - In PV diagram shown in the figure, the isobaric changes from a₀ to a and from a to a₀ describe a processes of sucking new air and exhausting combustion product gas, respectively.
 - These processes do not appear in the TS diagram.
 - In this cycle, air is compressed by the adiabatic change from a to b causing the temperature to rise to the ignition temperature.
 - At the end of compression b, fuel injection

の場合、圧縮圧力は著しく高くなるので爆発
によるこれ以上の圧力上昇を避けるために、
燃料の供給を適当に調節して等圧燃焼b→cを
行います。

8. 点cで燃料の注入を断ち、以後オットーサイ
クルのときと同様に、燃焼ガスは断熱膨張c→dを
行った後、等容変化d→aの間に放熱しながら
最後にシリンダー外へ排出されます。

9. ディーゼルサイクルにおいても、4サイクル機関
と2サイクル機関が存在します。

10. これらについては後述します。

11. このサイクルにおいて、ガスの受熱量及び放熱
量は、比熱を一定と仮定すると、
 $Q_1 = c_p(T_c - T_b)$, $Q_2 = c_v(T_d - T_a)$ となり
ます。

12. したがって、熱効率は
$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{1}{K} \frac{\rho^k - 1}{\varepsilon^{k-1}(\rho - 1)}$$
 となります。

13. ここで、 ρ は $\rho = \frac{v_3}{v_2}$ であり、定圧膨張比を示し
ています。

14. この式からわかるようにディーゼルサイクルの
効率は、比熱を一定とすれば、 ε だけでなく ρ
によっても影響を受けます。

15. しかし、ディーゼルサイクルにおいてはノッキング
の心配がないので、 ε をオットーサイクルより
著しく高く取ることができ、したがって、実際に
おける熱効率も大きくなります。

16. ただ、ディーゼルサイクルの圧縮比を必要以上
に大きく取ると最大圧力も増加し、構造の強度
の点から重量が増えて不経済となります。

starts. Since the pressure is extremely high at
this point, in order to avoid any more pressure
increase, we need to control the fuel supply to
realize burning in an isobaric condition shown
from b to c.

8. At point c, fuel injection is stopped. Then,
similar to the Otto cycle, the combustion
product gas expands from c to d adiabatically,
heat is exhausted to the outside of the cylinder
during the equal volume change from d to a, and
finally the gas is exhausted to the outside.

9. There are two types of the diesel cycle: a
four-stroke engine and a two-stroke engine.

10. I will explain them in the next section.

11. In this cycle, if we assume that the specific
heats are constant, the supplied heat quantity
and the released heat quantity are expressed as
 $Q_1 = c_p(T_c - T_b)$ and $Q_2 = c_v(T_d - T_a)$.

12. Therefore, the thermal efficiency is described as
$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{1}{K} \frac{\rho^k - 1}{\varepsilon^{k-1}(\rho - 1)}.$$

13. In this expression, ρ is defined as $\rho = \frac{v_3}{v_2}$
which is called the constant pressure expansion
ratio.

14. It is seen that the thermal efficiency of the
diesel cycle is influenced by not only ε but
also ρ when the specific heat is constant.

15. But since there is no fear of knocking in the
diesel cycle, we can make ε of the Diesel
cycle much higher than that of the Otto cycle,
resulting in a higher thermal efficiency.

16. However, if the compression ratio is very high,
the maximum pressure also increases. Therefore,
the weight of the engine must be increased to
assure its strength. It is uneconomical.

17. 現在, オットーサイクル機関の圧縮比が5~10くらいであるのに対して, ディーゼルサイクル機関では通常13~18ぐらいに取られています。
17. Now the compression ratio of the Otto cycle engine is about 5 to 10, while that of the Diesel cycle engine is about 13 to 18.

キーワード

・ディーゼルサイクル ・Rudolf Diesel ・ディーゼル機関 ・サイクル ・等圧サイクル ・PV線図 ・燃焼生成ガス ・等圧燃焼 ・断熱膨張 ・等容変化 ・シリンダー ・4サイクル機関 ・2サイクル機関 ・比熱 ・熱効率 ・締切り割合 ・ノッキング ・オットーサイクル ・圧縮比

日本語解説

文2「提案」

「提案」は案（アイデア、計画）を出すことです。

文3「等圧」

「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。「等圧」は同じ圧力という意味です。

文4「及び」

「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。

文4「生成」

「生成する」は、物が生まれて形を成すことです。この場合は、作り出すという意味です。

例：水素と炭素の結合によって水が生成されます。

文6「着火」

火がつくこと、火をつけることです。

文6「達せしめる」

「達する」は、進み続けてあるところや段階にまでいくということです。「達せしめる」は「達するよう」にさせるということです。

文7「注入」

液体等を容器の中等に注ぎ入れることです。

例：ガスを注入する。

文7「著しい」

「著しい」は、はっきりとわかる、目立って、という意味です。

文7「避ける」

「避ける」は、悪いこと、好ましくないこと、そのような状況、場所、人などに近づかないようにする、そういう物事から遠ざかることです。

例：ラッシュアワーを避けて早めに通勤する。

文7「適当」

そのものが、求められる条件、目的などにぴったり合っていること、ちょうどいいことです。

文7「調節」

ちょうど良い状態にすることを「調節する」といいます。

例：部屋の温度を調節する。

文8「断つ」

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。「切断」は切ってつながなくすること。「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9「存在」

この世界にある／いることです。

メーカーが存在します ＝ メーカーがあります

文10「後述」

後で述べる（話す）ことです。

文11「～と仮定すると」

考え等を説明していく上で仮にそうだと決めて進めることです。

文14「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15「したがって」

「したがって」は前のことから当然後ろのような結果となること、話し言葉の「だから」と同じような意味です。

☞「講義に役立つ日本語」

文 15「実際に」

「際」という字は二つのものが接する境目の意味があります。例えば「水際」は陸と水が接するところです。「国際」は国と国が接することです。場所だけではなく、時間や状況などにも使います。「実」は「本当のこと」という意味ですから、「実際」は、本当のことに接すること、つまり、事実を見たり、その場で仕事をしたりする場合、という意味です。

文 16「ただ」

前に述べたことに、「しかし」でつながるような注を加えるときに使う接続詞です。

文 16「構造」

「構」という漢字は、木を組んで建物を建てているところを表した字で、「組み立てる、組み立てられたもの、システム、メカニズム」というような意味があります。「構造」は、いくつかの材料によって造られたもののこと、またその仕組みのことです。この字を使った言葉に「機構、構成、構図、構築、構想」などがあります。

文 16「強度」

「強度」は強さです。漢字「度」には、「はかる」という意味があり、程度を表す漢字です。何の、どのような、といった意味の漢字と組み合わせた言葉が多くあります。

例：温度、湿度、震度、速度、加速度、角度、180度、高度、濃度、密度、深度、硬度

文 16「増す」

「～が増す」とは、増えることです。「が／を増す」の反対は「減る、減らす」です。同義語は「増える、増やす、増加する」です。

☞「講義に役立つ日本語」

文 16「不経済」

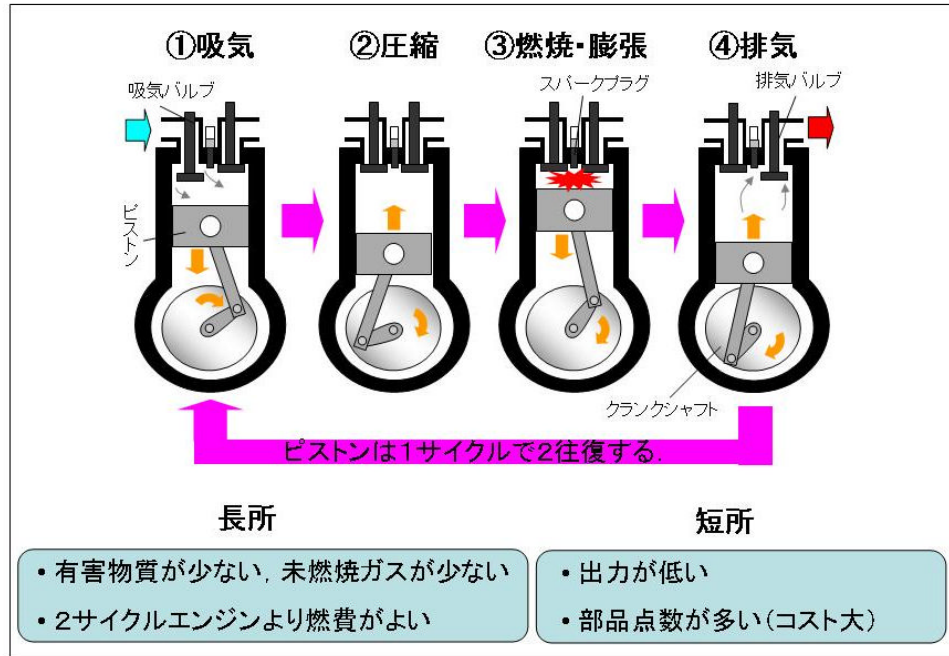
無駄に費用を使うこと、経済的でないことです。

文 17「通常」

「通常」は「普通、いつもどおり」というような意味で用いられます。行動、行為、活動、作業等の言葉とともに使われることが多いです。

例：通常営業、通常運転、通常業務

6. 4サイクルエンジン



- 先に紹介したように、オットーサイクルやディーゼルサイクルには、4サイクルエンジンと2サイクルエンジンの2種類あります。
 - ここではまず、4サイクルエンジンについて勉強します。
 - 4サイクルエンジンの4行程は、①吸気、②圧縮、③燃焼・膨張、④排気の4行程です。
 - この4行程を行うために、シリンダーには空気を吸込む通路と燃焼ガスを排出する通路があり、それぞれを吸気バルブと排気バルブで開閉できます。
 - また、強い火花を発生して燃料に着火するスパークプラグも備えられています。
 - エンジンの構造や配置によってはシリンダーが斜めや水平のこともあります。説明はシリンダーが垂直でピストンが上下に動くものとして行います。
 - その際、ピストンが上下に動ける最も高い位置
- As explained before, there are two kinds of engines in the Otto cycle and the diesel cycle: the 4-stroke engine and the 2-stroke engine.
 - In this section we learn about the 4-stroke engine.
 - The 4-stroke engine has 4 steps including (1) intake, (2) compression, (3) combustion and (4) exhaust.
 - To execute these 4 strokes, a cylinder has paths for the intake of air-fuel mixture and exhausting combustion gas controlled by an inlet valve and an exhaust valve.
 - A spark plug used to ignite fuel is also equipped.
 - Although there are many kinds of engine regarding its construction and arrangement, here we discuss a vertical cylinder type where a piston moves up and down.
 - In this case, the uppermost position of piston is

を上死点, 最も低い位置を下死点といいます。

8. また, 実際のエンジンでは各行程の開始や終了のタイミングが微妙に違い, 最近では燃料の供給方法が違うエンジンもありますが, ここでは基本的な動作を説明します。
9. 吸気行程は, ピストンが上死点にあるときから始まります。
10. 吸気バルブを開き, 排気バルブを閉じた状態でピストンを下降させていくと, 燃料と空気の混合気がシリンダー内に吸込まれます。
11. ピストンが下死点に達すると圧縮行程に移ります。
12. 両バルブを閉じ, ピストンを上昇させて混合気を圧縮します。
13. ピストンが上死点に達すると燃焼・膨張行程になり, スパークプラグが火花を飛ばして混合気に着火すると, 燃料が一気に燃えて燃焼ガスが膨張しピストンを押し下げます。
14. ピストンが下死点まで下がったら排気行程に移って排気バルブを開けます。
15. ピストンを上昇させることで燃焼ガスを排気バルブから排出します。
16. つまり, ピストンは吸気行程で下降, 圧縮行程で上昇, 燃焼・膨張行程で再び下降, 排気行程で上昇します。
17. この2往復で, 4行程が完了します。
18. 実際のエンジンでは, 燃料のエネルギーを熱エネルギーに変換する際に, 不完全燃焼等による損失(未燃損失)が発生します。

called the top dead point and the lowermost position is called the bottom dead point.

8. In real engines, the timings of starting each process and the method of fuel supply are different depending on the kinds of engines. Here, I will explain about the most basic movement of four-stroke engine.
9. The intake stroke starts when the piston is at the top dead point.
10. Keeping the intake valve open, the piston moves downwards, then a mixture of air and fuel is sucked in the cylinder.
11. When the piston reaches the bottom dead point, the cycle moves on to the compression stroke.
12. Both valves are closed and the piston moves upwards compressing the gas.
13. When the piston reaches top dead point, the cycle changes to the combustion stroke, and the air-fuel mixture is ignited by a spark plug. The combustion gas expands and presses the piston downwards.
14. When the piston reaches the bottom dead point, it transfers to the exhaust stroke and opens the exhaust valve.
15. Then combustion gas is exhausted by the piston moving upwards.
16. Namely, the piston moves downward in the intake process, moves upward in the compression process, moves downward again in the combustion process and moves upward in the exhaust process.
17. Piston moves back and force twice and this four-stroke process is completed.
18. In a practical engine, a loss due to incomplete burning of a fuel occurs during the process of changing from fuel energy to heat energy.

19. さらに、熱エネルギーから運動エネルギーに変換する際にも、燃焼ガスによってエンジンも温められ、人工的に冷却する冷却損失が発生します。
20. 他にも排気損失、ポンプ損失、摩擦損失などがあります。
21. そのため、実際のエンジンでは熱効率が 30% 程度しかないが、損失を可能な限り減らすことによって現在では 35%まで高められたエンジンもあります。
19. Furthermore, a cooling loss occurs during the process of changing from heat energy to kinetic energy because the engine itself is heated due to combustion gas.
20. In addition, a exhausting loss, a pump loss, a friction loss, and so on occur.
21. Due to these losses, most of the practical engines have the efficiency about 30% at maximum. However, by eliminating losses as much as possible, engines which have the efficiency of 35% appeared recently.

キーワード

・4サイクルエンジン ・吸気 ・圧縮 ・膨張 ・排気 ・シリンダー ・ピストン ・燃焼ガス ・吸気バルブ ・排気バルブ ・スパークプラグ ・上死点 ・下死点 ・混合気 ・熱エネルギー ・不完全燃焼 ・未燃損失 ・冷却損失 ・排気損失 ・ポンプ損失 ・摩擦損失

日本語解説

文3 「行程」

「行程」はみちのり、行く道の距離ですが、ここではピストン往復の距離です。

文4 「開閉」 文10 「を／が開く」「を／が閉じる」 文14 「を開ける」

開閉に関する動詞を下にまとめます。一緒に使う助詞を間違えないようにしましょう。

を／が開く	を／が閉じる
を開ける	を閉める
が開く	が閉まる

文5 「火花」

「火花」は飛び散る火の粉です。放電するときに電極から出る火の光です。

文5 「備えられている」

「備える」はここでは「設備として持っている」ということですが、「備える」は他に、「準備をする、必要などのために、何かを用意する」という意味もあります。

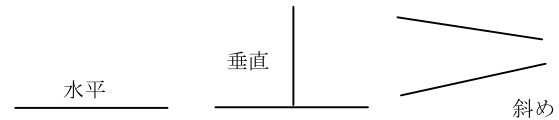
文6「配置」

「配置」^{はいち}とは、一つ一つ^{ひと ひと}（または一人一人^{ひとりひとり}）を、決まった場所^{きまつたばしょ}、必要な位置^{ひつよう いち}に置く^おことです。

例：すべての入り口^{れい}に、カメラを配置^{はいち}し、入って来る人^{はい}をチェック^くする。

文6「斜め」「水平」「垂直」

「水平」^{すいへい}、垂直^{すいちよく}、斜め^{なな}を右の図に示します。



文7「位置」

「位置」^{いち}には、そのものが存在^{そんざい}しているところ、あるいは人の立場^{ひとたちば}という意味^{いみ}があります。

文8「微妙」

ここで「微妙^{びみょう}に」は「細かいところ^{こま}で」という意味^{いみ}です。

文10「下降」文12「上昇」

「下降」^{かこう}は、低い位置^{ひくい いち}へおりて行くこと、「上昇」^{じょうしょう}は高い位置^{たかい いち}にのぼって行くことです。

文16「つまり」

「つまり」は接続詞^{せつぞくし}で、「つまり」の後に、前の文^{あとのぶん}の要約^{ようやく}が示^{しめ}されます。

例：日本の高齢化率^{れい にほん こうれいかりつ}は2025年^{ねん}に約40%^{やく}となる^{なる}ことが予想^{よそう}されている。つまり、5人^{にん}に2人^{ふたり}が高齢者^{こうれいしゃ}となる^{なる}ということだ。

👉「講義^{こうぎ}に役立つ^{やくだ}日本語^{にほんご}」

文16「再び」

「再び」^{ふたたび}は、また、もう一度^{いちど}という意味^{いみ}です。

文17「往復」

「往」^{おう}は行くこと、「復」^{ふく}は戻ること、「往復」^{おうふく}は行って戻る^{もど}ことです。

文17「完了」

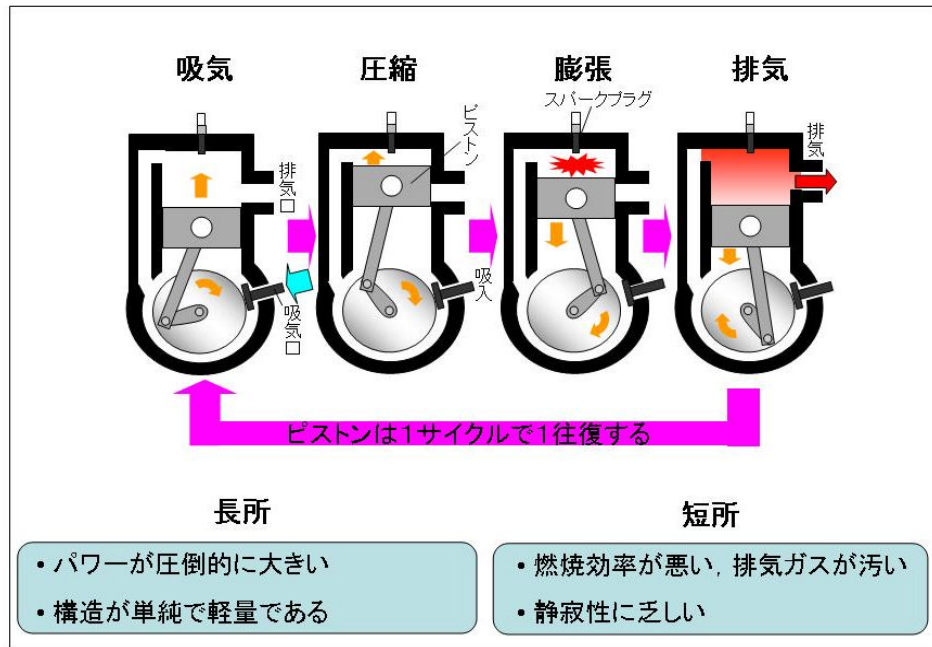
完全^{かんぜん}に終わる^おことです。

文21「程度」

「程度」^{ていど}は「くらい・ぐらい」と同じ^{おな}ように使われる^{つか}ことがあります。

例：・この作業^{れい}に5時間^{さきぎよう}ぐら^じい必要^{ひつよう}です。 → この作業^{さきぎよう}に5時間^じ間^{かん}程度^{ていど}必要^{ひつよう}です。

7. 2サイクルエンジン



- 次に, 2サイクルエンジンについて勉強します.
 - 4サイクルエンジンでは, ピストンが2往復して行程が終了していましたが, 2サイクルエンジンではピストンが1往復して行程が完結するエンジンであり, ピストン1往復ごとに燃料に点火されます.
 - 先程のオットーサイクルの PV線図の $a_0 \rightarrow a$ 及び $a \rightarrow a_0$ がなく, 排気は少し前から始まり, 引き続いて行われる吸入は状態1の少し後で終わります.
 - 行程は大きく2つで, まず上昇行程で新しいガスの吸入と混合気の圧縮を行い, 下降行程では混合気の爆発によりピストンが下降し, その後半で排気を行います.
- Next, we will study a two-stroke engine.
 - In a four-stroke engine, one cycle finishes after two round movements of the piston, however the cycle is completed in one round movement in a two-stroke engine.
 - The cycle is represented by a pV-diagram which is obtained by eliminating the steps $a_0 \rightarrow a$ and $a \rightarrow a_0$ from that for the Otto cycle mentioned before. The exhaust starts a little earlier and the successive absorption finishes a little after state 1.
 - The cycle is composed of two strokes. In the upwards stroke, the gas is absorbed and compressed successively. In the downwards stroke, the gas is ignited and expands causing the piston to be pressed down. Then the gas is exhausted in the latter half of this stroke.

5. 2サイクルエンジンの特徴として、4サイクルエンジンと比べて運動エネルギーの消費が少ない（ピストン1往復分少ない）ため、パワーが圧倒的に大きい。燃焼効率は悪く、排気ガスが汚いです。
6. また、圧縮比が低く、爆発間隔も短い。ためストールしにくい。
7. 図からもわかりますが、カムや動弁機構が不要であり、部品点数も少なく構造が単純であるため製造コストが低く、軽量であるなどのメリットもあります。
5. Although, when compared to the four-stroke engine, the two-stroke engine has larger power because the consumption of the kinetic energy is smaller (the number of stroke is smaller), the efficiency is lower and the exhausted gas is dirty.
6. Since the compression ratio is small and the explosion occurs with small intervals, the occurrence of stall is reduced.
7. As seen from the figure, cams and valves are not used in this engine. This simple structure with comparatively small number of components produces several advantages such as, a low production cost and light weight.

キーワード

・2サイクルエンジン ・4サイクルエンジン ・ピストン ・オットーサイクル ・PV線図 ・排気 ・混合気 ・爆発 ・燃焼効率 ・排気ガス ・圧縮比 ・爆発間隔 ・ストール ・カム ・動弁機構

日本語解説

文2「完結する」

「完結する」は、ひとまとまりの仕事が完全に終わることです。

例：10話で完結するドラマ

文4「後半」

ひとつながりのものを二つに分けた後の半分を「後半」といいます。前の半分は「前半」です。

例：試合は前半45分、休憩15分、後半45分です。

文5「消費」

物や時間その他を使って、その結果それがなくなることを「消費する」といいます。

例：電力を消費する。

文5「圧倒的」

他とは比べものにならないほどかけ離れて優れていること、強いことに「圧倒的」を使います。

例：A大とB大の試合は、1対10の圧倒的な強さでB大が勝った。

文6「間隔」

物や事の間の時間、へだたりのことを間隔といいます。

例：この時間帯には電車は10分間隔で来ます。

文7「機構」

ここで「機構」は機械の内部の構造、メカニズムのことです。

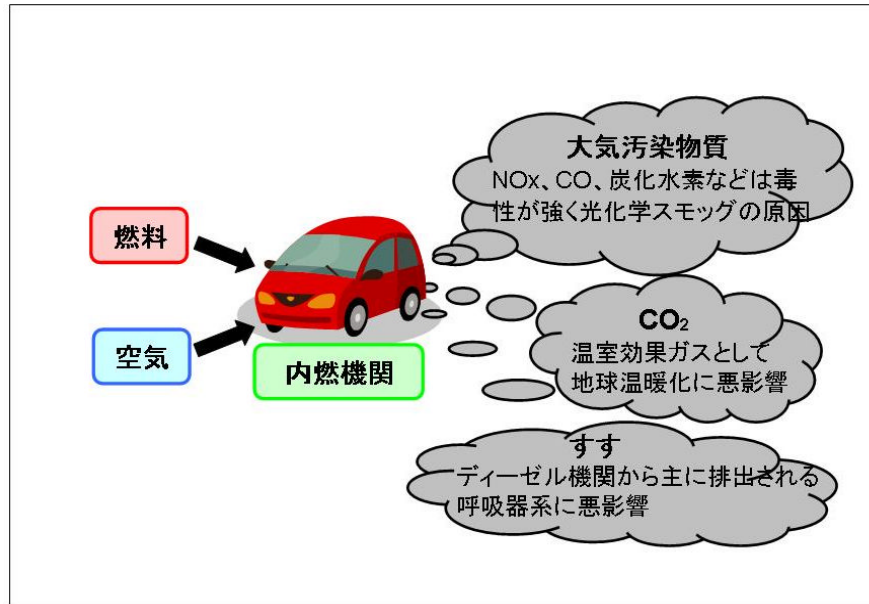
文7「単純」

「単純」とは、構造、機能などが込み入っておらず、簡単なことです。「単純」の反対は「複雑」です。

文7「製造コスト」

「製造コスト」とは、ここでは、エンジンを作るための費用のことです。

8. 内燃機関の排出ガス



- 最後に内燃機関と環境問題について勉強します。
 - 水素と炭素の化合物である燃料が燃えると二酸化炭素 (CO₂) と水 (水蒸気) が発生しますが、燃焼状態によっては毒性のある窒素酸化物 (NO_x) や一酸化炭素 (CO), 炭化水素 (HC) が排出されます。
 - これらは大気汚染物質として光化学スモッグなどの原因になります。
 - そこで、大気汚染物質の排出を減らすためのエンジンの燃焼状態の改善や、大気汚染物質を取り除く装置が装備されるようになりました。
 - 内燃機関では、どのサイクルにおいても、4サイクルエンジンや2サイクルエンジンでも排気ガスの成分はそれぞれ異なりますが排出します。
 - 近年特に注目されているのが、二酸化炭素です。以前は無害であると考えられていましたが1990
- Finally, we will study the environmental issues relating to combustion engines.
 - When a fuel which is a composite of hydrogen and carbon burns, carbon dioxide (CO₂) and water (steam) are emitted. Depending the burning condition, poison gas such as nitrogen oxide (NO_x), carbon monoxide (CO), and hydrocarbon (HC), are emitted.
 - These gases cause air pollution in the form of photochemical smog.
 - In order to decrease the emission of air pollution materials, the condition of the combustion in engines has been improved and devices which eliminate these materials have been equipped.
 - Although the components are different between four-stroke and two-stroke engines, every combustion engine exhausts combustion gas.
 - Recently, the carbon dioxide has attracted much attention. Although it was considered harmless before, in

年代に地球温暖化の原因となることが判明しました。

7. それ以降、内燃機関では、少ない燃料でたくさん動く、いわゆる燃費のよい機関の開発が進められています。

8. 他には主にディーゼル機関から排出されるすすも大気汚染物質として懸念されています。

9. すすは、燃料の不完全燃焼により発生し、呼吸器系に対して悪影響を及ぼすことが懸念されており、喘息や肺がんの原因になると考えられています。

10. すすの処理に対しては、ディーゼル微粒子除去システムなどの後処理技術により排出量は抑えられていますが、いまだ完全に除去ができていないのが現状です。

11. このように、燃料のエネルギーを熱エネルギーに変換し、運動エネルギーに変換する熱機関は産業の発展を支え、人々の生活を豊かにしてきました。

12. しかし、地球温暖化などの大きな環境問題を抱えているのも事実であり、そのような問題を解決するべく各方面で研究・開発が行われています。

the 1990s it was found that it may be a cause of global warming.

7. Since then, research on engines which work well consuming a small amount of fuel has been carried out.

8. In addition, there are also concerns that soot emitted mainly from Diesel engines is an air pollutant.

9. Soot appears from the incomplete burning of fuel and worried to cause harm to respiratory organs. It is considered to be a cause of asthma and lung cancer.

10. Concerning the soot elimination process, the emission is suppressed to some extent by post-processing technology, such as a filter system on a diesel engine. However, at the moment, it cannot eliminate everything.

11. In this way, heat engines, which change fuel energy into heat energy and then kinetic energy, have contributed to the development of industry and to the enrichment of people's lives.

12. However, it is true that it has been a cause of big environmental problems such as global warming. Much research is being executed in many fields to solve these problems.

キーワード

・内燃機関 ・環境問題 ・水素 ・炭素 ・二酸化炭素 ・窒素酸化物 ・一酸化炭素 ・炭化水素 ・大気汚染物質 ・光化学スモッグ ・排気ガス ・地球温暖化 ・燃費 ・ディーゼル機関 ・すす ・不完全燃焼 ・呼吸器系 ・喘息 ・肺がん ・ディーゼル微粒子除去システム ・後処理技術 ・排出量 ・熱エネルギー ・運動エネルギー

日本語解説

文1「環境」

漢字「環」は「輪の形、まわく回る、周りを巡る、囲む」等の意味があります。「境」は「境目、ある

「^{はんい}範囲の^{ばしょ}場所や^{まわ}周りの^{じょうきょう}状況」等の意味があります。「^{かんきょう}環境」とは「^{ひと}人や^{せいぶつ}生物を取り^と囲む^{かこ}世界、^{せかい}周囲の^{じぶつ}事物」のことです。

文2「^{かごうぶつ}化合物」

「^{かごうぶつ}化合物」とは、^{ふた}二つ以上の^{いじょう}元素が^{げんそ}結合してできた、^{けつごう}もとのものとは別の^{べつ}物質の^{ぶつしつ}ことです。

文2「^{どくせい}毒性」

^{どく}毒は poison です。「^{どくせい}毒性」は「^{どく}毒の^{せいしつ}性質」です。

文3「^{ひかりかがく}光化学スモッグ」

^{はいき}排気ガスなどが^{ひかり}光と^{はんのう}反応して^{はっせい}発生するスモッグで^{じんたい}人体に^{あくえいきやう}悪影響があります。

文4「^{かいぜん}改善」

「^{かいぜん}改善」は、^{わる}悪いところを^{あらた}改めて（^{なお}直して）、^よより^よ善くすることです。

文4「^{とりのぞく}取り除く」

（^{いら}いないもの、^{よく}よくないものを）^と取り^き去ることです。

文4「^{そうち}装置」「^{そうび}装備」

ある^{もくてき}目的のためにその^{ばしょ}場所にとりつける^{きかい}機械のことです。

文5「^{せいぶん}成分」

^{かごうぶつ}化合物や^{こんごうぶつ}混合物を^{こうせい}構成している^{げんそ}元素、^{ぶつしつ}物質、^{ようそ}要素を「^{せいぶん}成分」といいます。

文5「^{こと}異なる」

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

例：A さんの^{こた}答えはB さんの^{こた}答えと^{こと}異なっています。

A さんの^{こた}答えは^{ちが}違っています。（^{ただ}正しくない）

文6「^{むがい}無害」

「^{むがい}無害」は、^{がい}害がないことです。反対は「^{はんたい}有害」です。

文6「^{はんめい}判明」

^{ちょうさ}調査などの^{けつ}結果、^{げんいん}原因や^{しんそう}真相などが^わはっきりと^わ分かることです。

例：^{れい}詳しい^{くわ}調査の^{けつ}結果、この^{ちいき}地域の^{すいしつ}水質汚染の^{げんいん}原因は主に^{おも}生活排水であることが^{はんめい}判明した。

文7「いわゆる」

「いわゆる」は「世間で人々が言っている」という意味です。

文7「燃費」

燃料1リットルで車が走れる距離によって示す燃料消費率を「燃費」といいます。

文7「開発」文11「産業の発展」文12「研究・開発」

漢字「発」には「ぱっと開く」という意味があり、何かを始める、思いつく、起きる、外に向かっている、というような意味で用いられます。「発達、発展、開発」はどれも英語にすると development ですが、漢字の組み合わせによる意味から考えると次のような差があります。

発達：何かが始まって、あるところまで達した状態。

例：子供の運動機能が発達する。 産業が発達する。

発展：何かが始まって、それが広がっていくこと。

例：経済が発展する。 産業が発展する。

開発：何かを思いついて開始して、そのことを展開する。

例：ロボットを開発する。 会社では研究開発部門に力を入れている。

文8「主に」

「主に」は、中心にということです。後ろに名詞が来るときは「主な」になります。

例：我が国は主に工業製品を輸出しています。我が国の主な輸出品は工業製品です。

文8「懸念されている」文9「懸念されており」

「懸念」は、心配や不安に思うことで、かたい表現です。「懸念される」は受身形で「～ている」の形を使うことで、社会の人々から心配されているという意味になります。「懸念されており」は「懸念されていて」のかたい表現です。

文9「発生する」

「発生」は、物事が起こり、生じることです。

文9「呼吸器系」

呼吸（息をすること）のために使う体の器官のことです。

文9「悪影響を及ぼす」

「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。

「及ぼす」はその場まで範囲を広げるという意味です。「悪影響を及ぼす」とは、「悪い影響の範囲を広

げる」という意味になります。

文 10 「処理」

「処理」はものごとに始末をつけることです。

例：ゴミ処理、苦情の処理

その他に「処理」には製造過程で加工をすることで材料を変化させるという意味もあります。

例：データ処理、熱処理

文 10 「微粒子」

「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。「微粒子」は非常に細かい粒子のことです。

文 10 「除去」

(いらないもの、よくないものを)取り除くことです。 例：ノイズを除去する。

文 10 「抑える」

「抑える」は、この場合処理しなければ多く排出されるものを、技術の発展によりその排出量がふえないようにおさえた、抑制したということです。

文 10 「現状」

現在の状況／状態のことです。

文 11 「を支える」

「支える」は物を下や背後から持っておさえることで、落ちたり倒れたりしないようにすることです。漢字「支」は、木の枝を手で持っているところを表しています。そこから、サポートするという意味と、枝のように分かれて出たものという意味があります。言葉としては、「支える、支持、支援、支出、支店、支部、支払う」などがあります。

文 11 「生活を豊かにする」

「豊か」とは、物質的にも精神的にも十分満たされていて余裕がある状態のことをいいます。

文 12 「環境問題を抱えている」

「抱える」は両腕でしっかり囲むようにして持つことですが、ここでは比喩的に問題を持っているという意味で使われています。

文 12 「解決するべく」

「解決するべく(すべく)」は「解決するために」とほぼ同じ意味の硬い表現です。