

動力は今日の機械文明の必須条件で、機械を動物にたとえれば筋肉だ。力を出して物を動かす、つまり仕事するので、力と距離の次元を合わせたキログラム・メートルの単位を持つ。入力スタイルによって外部・内部の2種類に大別できる。

外部から入力する機械では、入力された運動エネルギーを動きや別のエネルギーに変換する。たとえば水力発電では、水の落下で高低差の重力エネルギーを運動エネルギーに変換し、さらにその運動エネルギーが水車、そして発電機を回して電力を得る。

内部に動力発生器を持つものはエンジンと呼ばれることが多い。入力された他のエネルギーを運動エネルギーに変える。使用燃料の種類とエンジン駆動の様式によって様々な種類がある。また、必要とされる動力の種類に最適なエンジンが開発されたため、まことに多彩なメカニズムが使われている。

一般にエンジンというと熱機関(熱エンジン)だが、電気モーターもある。エネルギー供給が便利で、機構のまとまりもよい。これらが動力の世界を二分している。

動力は筋肉 自然任せ、ワット以後一変

動力はその強さを表す馬力が問題になる。この単位は機械動力以前に最も使われていた馬の仕事能力だ。人間はというと、0.5馬力程度で0.7馬力を超えることはないそうだ。

動力の歴史は18世紀初頭の英国のニューコメンに遡る。これは大気圧を利用するものだった。熱エネルギーを積極的に使うメカニズムは、蒸気機関の発明者として知られるワットを始まりとする。

ワットの蒸気機関の出現以前はまことに非力な人力、牛・馬の畜力、それから水力と風力が紀元前から大いに利用されていた。とくに風力は乗り物の動力として多用され、世界の7つの海制覇の主役は帆船だった。しかし数千トンの豪華帆船でも出力は千馬力程度にすぎない。

この自然任せの状況はワット以後一変した。とくに内燃機関は大出力に加えて小型軽量化を成功させた。その出力は大型旅客機で数十万馬力が普通で、宇宙ロケットは瞬間最大では1億馬力の桁になる。筋肉ならぬ人間の偉大な頭脳が出した力だ。

(東京大学名誉教授

和田昭允)

平成 29年
3月3日

黒体を「存じだろっか。黒体とは、外部から当たるとするべき波長の電磁波を完全に吸収する物体のことだ。あらゆる光に対して反射率ゼロということとは、真っ黒なのだ。ただしこれから述べるように、吸収一点張りのブラックホールとは違い、自分の温度に相当する電磁波を放射する。

黒体は1860年にドイツの物理学者キルヒホッフが、自らの熱放射の法則を証明するために唱えた概念だ。それ以来、熱放射に関する諸法則はすべて黒体に対して定式化されている。

黒体のような理想的なものが実在するのか。そんな疑問もわくが、実際に作ることはできる。要は当たった光を返さないものを作ればよい。電磁波を透さない壁で囲まれ、内部では行き交う電磁波に満たされた空洞に、小さな穴を開けるのだ。

壁を特定の温度にして、壁の面積に比べて無視できる小さい穴を開けて外から見る。その穴が特定温度の熱放射をしている黒体だ。小さな穴だから、それに当たった光は内部で拡散して返ってこない。つまり黒体の条件を満たしてい

(東京大学名誉教授

和田昭允)

黒体 温度に合わせ色変化

る。実際には空洞を磁器で作って電氣的に熱し、高温用の温度計の基準目盛りの校正などに用いられている。

ここで色温度という概念が出てくる。黒体はそれが持っている特定の温度に相当する光を放射する。温度を変えると、出てくる光のエネルギー分布が「プランクの放射法則」に従って変化する。つまり色が変わる。

温度の低いときは黒赤色だが、温度が上がるとどうとだんだん白っぽくなる。色温度が1000K(K=ケルビン、絶対温度)でだいたい色、5000Kならほとんど真っ白、そして1万Kなら青みを帯びた白色になる。ちなみに日中の太陽の色温度は5000~6000K、白熱灯は2800K、蛍光灯は4200K程度だ。

冷たい蛍光灯の色温度が高いのは、発光のメカニズムの違いによる。熱で発光させているのではなく、加速した電子で水銀原子をたたいて出る紫外線が、放電管の管壁に塗った蛍光物質を発光させている。

平成 29年
3月10日

サイエンスの目は、同じようなものの中にも本質的な違いを見つけ、分類・整理して体系的に理解する。充電中に爆発したとされたスマートフォン、公園での爆発事件、阿蘇山の爆発的噴火など、最近世間をにぎわしている「爆発」も物理的と化学的の2つに原因を分けることができる。

ボイラーの破裂、火山噴火、真空びんの壊滅などは物理的な爆発だ。一方、ガス爆発、粉じん爆発、火薬の爆発などは化学的爆発で、燃焼や分解などの反応で起る。

化学的爆発はさらに、燃焼速度により「爆轟(ぼくごう)」と「爆燃」に分けられる。この2つは自動車などのガソリンエンジンで、いつも起きている。燃焼現象の中で、その伝わる速さが音速を上回る場合が爆轟で、下回る場合が爆燃に分類されている。

音速とは文字通り音が空気中を伝わる速さだ。音速より速いというところは空気の圧力、密度、温度が極めて高い不連続面つまり気圧の壁みたいな衝撃波が生じる。大きな破壊効果を示す半面、推進効果はない。

爆轟を起さず爆燃だけを起すものが火薬だ。衝撃波を伴わないため推進効果が大

爆発の原因 物理的・科学的に二分

さい。砲弾に充填し信管の作動で爆発させる炸薬(さくやく)やロケットの推進剤などに使われている。自動車エンジンの出力は圧縮比を上げていくと増加するが、ある圧縮比まで達すると低下し始める。これはガソリンの燃焼が爆燃から爆轟に変わったことを意味している。

この変化は熱効率の低下や摩擦の増加、ピストンの損傷をもたらす。「ノッキング」と呼ばれる現象だ。昔の車はアクセルを急に踏み込むとエンジンがカンカンと音を立てた。ノッキングの衝撃的振動が起す金属音だ。

ノッキングの起りやすさは燃料の種類で異なり、その程度はオクタン価で表される。耐ノッキング性が高い成分である「イソオクタン」をオクタン価100とし、低い「ノルマルヘプタン」を0としている。

オクタン価といえば第2次世界大戦時の嫌な思い出につながる。私など当時の中学生は、日本軍が使う低品質ガソリンの耐ノッキング性を高める添加剤の「松根油」を探るため、松の根を掘り起す重労働をさせられた。

(東京大学名誉教授

和田昭允)

平成 29年
3月17日