執筆・早稲田進学会（上田竜夫）　イラスト・青山ゆういち

挑戦!　千葉県立中学校　平成31年度
適性検査２－１から抜粋（一部改変）

ことさんとゆうさんは先生と歯車について話をしています。なお、歯車AをAと示し、他の歯車も同じように表します。あとの**問題１**～**問題２**に答えなさい。

こと：学校の授業で使った手回し発電機（**図１**）の中を見ると、歯車が入っていました。

図1

先生：手回し発電機はハンドルを回すことで、歯車を回転させてモーターを動かし、発電するしくみになっています。歯車は、身近なものにたくさん使われています。では、歯車について考えてみましょう。歯車は２つ以上かみ合わせると、回転運動を伝えることができます。**図２**で、動かす歯車をX、動かされる歯車をYとして、２つの歯車がかみ合っている場合、次のようなきまりが成り立ちます。

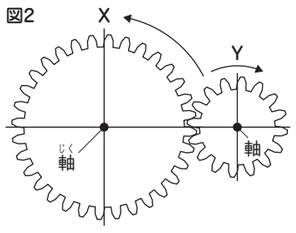


図2

$$\frac{\text{Xの歯数}}{\text{Yの歯数}}=\frac{\text{Yの回転数}}{\text{Xの回転数}}$$

この関係は、

$$\frac{\text{Xの歯数}}{\text{Yの歯数}}=\frac{\text{Yの回転数}}{\text{Xの回転数}}$$

という形でも表すことができ、この数値のことをXからYへの「伝達の値」と呼ぶことにします。伝達の値は、Xが１回転したときに、Yが何回転するのかということを表しています。

ゆう：かみ合う２つの歯車には、必ずこのきまりが成り立つのですね。

先生：そうです。では、実際に考えてみることにします。かみ合う２つの歯車、A（歯数30）とB（歯数12）があります。動かす歯車をAとしたとき、AからBへの伝達の値はいくつになるかわかりますか。

こと：伝達の値は、［ア］です。

先生：そうです。では、Aを10回転させると、Bは何回転しますか。

ゆう：Bは［イ］回転します。

先生：そうなります。次に、AをPに取り替え、Bとかみ合わせました。Pの歯数は、Aの歯数の3.5倍です。Pを10回転させると、Bの回転数は、Aを10回転させたときと比べて何倍になりますか。

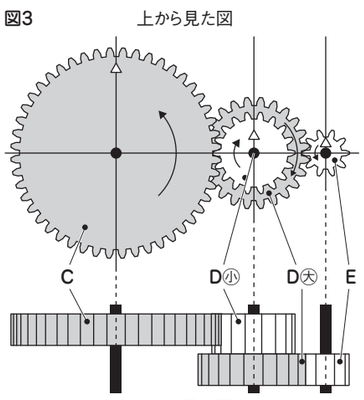
こと：［ウ］倍になります。

先生：よくできました。では、**図３**を見てください。

ゆう：歯車が２段になっているものがあります。

先生：そうです。**図３**の歯車は４つあり、それぞれの歯数は、**表１**のとおりです。D㊨とD㊦は、同じ軸に固定されているので、同時に回ります。

図3　上から見た図



横から見た図

表1

歯車	C	D ㊨	D ㊦	E
歯数	48	18	24	10

１つの軸に２つの歯車をつけることで、歯車を収める入れ物を、より小さなものにすることができます。歯車は互いにかみ合っており、動かす歯車をCとすると、CはD㊨へ、D㊦はEへと回転運動を伝えることができます。このとき、CからEへの伝達の値は、

$$\frac{\text{Cの歯数}}{\text{D㊨の歯数}}\times\frac{\text{D㊦の歯数}}{\text{Eの歯数}}=\frac{\text{D㊨の回転数}}{\text{Cの回転数}}\times\frac{\text{Eの回転数}}{\text{D㊦の回転数}}$$

と表すことができます。

こと：２つの伝達の値の積で考えるのですね。

先生：そうです。伝達の値についてわかりましたね。

問題１　歯車をかみ合わせて回転させるとき、次の①～③の問いに答えなさい。

①　［ア］～［ウ］にあてはまる数をそれぞれ書きなさい。

②　Cが１回転するとき、Eは何回転するか、書きなさい。

③　Cを３分間で10回転の速さで動かすとき、**図３**の３つの△が再び同じ位置にそろうのは何秒後か、書きなさい。

かみ合う歯車の大きさについて考えました。

先生：**表２**を見てください。FからIまでの４つの歯車を準備しました。この中で、かみ合う歯車はどれとどれかわかりますか。

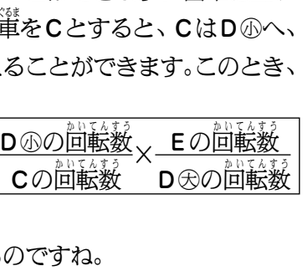
表2

歯車	F	G	H	I
半径	10	15	12	16
歯数	20	20	30	40

ゆう：えっ、どれでもかみ合うわけではないのですか。

先生：そうなんです。**図４**は、**図２**にXとYがかみ合う点と、それぞれの歯車の軸から、かみ合う点までを半径とする円をかいた図です。その円のことを「ピッチ円」といいます。それぞれのピッチ円は、互いに１点で触れ合っています。歯車がかみ合うのは、「１つ１つの歯の大きさを表す値」が同じになるときです。この値を「モジュール」といい、ピッチ円の半径〔㎜〕×２÷歯数という式で表せます。**表２**の半径は、ピッチ円の半径〔㎜〕を示していて、歯車の軸とピッチ円の中心の位置は同じです。このとき、FからIの中でかみ合う歯車はどれとどれかわかりますか。

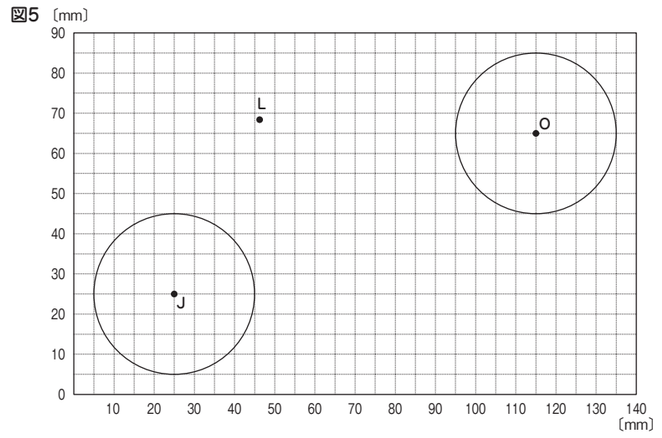
図4



こと：［エ］と［オ］です。

先生：そうです。かみ合う歯車の関係はわかりましたね。では、縦90㎜、横140㎜の箱に歯車を収めることを考えてみましょう。**図５**は、その箱を上から見た図です。歯車をかみ合わせるときには、２つの歯車の中心間（１つの中心からもう１つの中心までの間）の距離を考えて、位置を決めます。**表３**の歯車を、J、K、L、M㊦の順にかみ合うように、また、M㊧、N、Oの順にかみ合うように箱の中にすべて収めます。Mの歯車は２段になっていて、M㊦、M㊧は同じ軸に固定されているため、同時に回ります。箱の中の・は、それぞれJ、L、Oの軸の位置で、JとOにはピッチ円をかいておきました。なお、**表３**の半径はピッチ円の半径〔㎜〕を示しており、モジュールはすべて1.25、それぞれの歯車は、厚みが等しく、かみ合うように高さの調整が行われています。

図5〔㎜〕



先生：さらに、MとOの中心間の距離は50㎜です。

表3

歯車	J	K	L	M ㊦	M ㊧	N	O
半径	20		15				20
歯数	32	16	24	40	24	32	32

ゆう：**表３**を完成させることで、軸の位置をみつけられました。

先生：そうです。よくできました。

問題２　歯車をかみ合わせて回転させるとき、次の①～④の問いに答えなさい。

①　［エ］、［オ］にあてはまる記号を書きなさい。

②　Jを左まわりに回転させたとき、LとOの回転方向はどうなるか、左まわりなら「左」、右まわりなら「右」と書きなさい。

③　JとKの中心間の距離は何㎜か、書きなさい。

④　K、M、Nの軸の位置をJ、L、Oにならって、**図５**に・でかき、それぞれに、K、M、Nの記号も書きなさい。なお、作図に用いた線などは、そのまま残しておくこと。

〈来週の水曜に解答を掲載します〉

理科問題編③　歯車のしくみを考えよう　その１