

2 次の中学生の妹と高校生の兄との対話文を読み、各問に答えなさい。

妹：理科の授業で、弦楽器では弦の振動が音になると習ったよ。

兄：そうだね、弦楽器は弦の振動を板や箱に伝え、空気を振動させることで音を出しているんだ。その振動の回数で音の高さが変わるんだよ。

妹：ふーん、音の高さは振動の回数とどんな関係があるの？

兄：それはね、一定時間内の振動の回数が多いほど高い音になるんだ。ちなみに1秒間に振動する回数を振動数と呼んでいて、その単位は Hz（ヘルツ）を使うよ。例えば、楽器の音合わせでよく使われる「標準音」の振動数は440 Hzで「ラ」の音だ。

妹：じゃあ、「ド」の振動数はいくつなの？

兄：うーん、同じ「ド」でも高い音もあれば低い音もあるよね。ちょっと調べてみよう。

兄：とりあえずグランドピアノのもっとも低い「ド」と次に低い「ド」を調べてみたよ。次の表をみて。

(表)

	もっとも低い「ド」	1 オクターブ高い「ド」
振動数	32.703 Hz	65.406 Hz

妹：あれ、ちょうど2倍になっているね。

兄：そう、人間の耳は振動数が2倍になると1オクターブ高い音に聞こえるらしいよ。

妹：そうなんだ。他の「ド」以外の音の振動数はどうなってるのかなあ？

兄：ピアノの鍵盤は、「ド」から右に進み一番近い「シ」までに7つの白鍵と5つの黒鍵の合わせて12の鍵盤があるよね。これらは、隣どうしの鍵盤の振動数の比を全く同じにしてあるらしい。

妹：え、どういうこと？

兄：例えば、「ド」に対する右隣の黒鍵「ドの \sharp 」の振動数の比を1 : a とすると、次の「ドの \sharp 」に対する「レ」の振動数の比も1 : a となるんだ。

妹：わかったようなわからないような……。

兄：つまり、ある鍵盤とその右隣の鍵盤の音の振動数の比が必ず1 : a になっているということだよ。

妹：そうなんだ、ちょっとわかったかも。

兄：じゃあ今度は、楽器は音の高さをどのように変えているか考えてみよう。ピアノは音が低いほど弦が長くなるよね。

妹：そうだね、グランドピアノなんかそうなる。

兄：弦の太さや材質、弦を引っ張る力が同じなら、音の振動数と弦の長さは反比例しているんだ。だから高い音を出す弦は短い。ギターでは、手で弦を抑える位置を変えて演奏するよね。ピアノの場合、最も高い「ド」の鍵盤の弦の長さは約5 cmだから、7オクターブ下の最も低い「ド」の音を出す弦の長さは6 m以上ないとダメらしい。

妹：えっ？でも実際のピアノはそんなに大きくないよ。

兄：そうだよね。実は他の弦楽器もそうだけど、ピアノの弦は太さが何種類かあって音の高さにより変えてあるんだ。高い音と低い音では、どちらが太い弦を使うか知ってる？

妹：もしギターと同じなら、低い音？

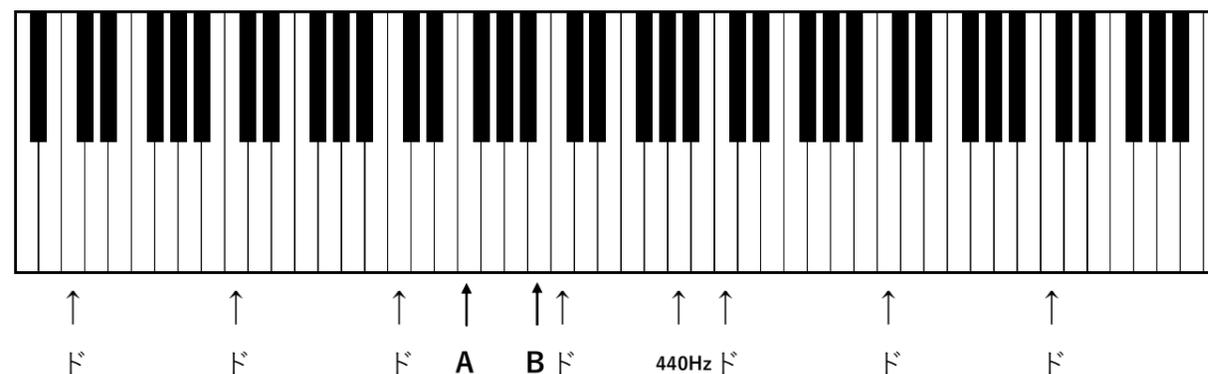
兄：正解。低い音を出すときは太い弦を使うんだ。

妹：どうして太いと低い音が出るんだろう。

兄：そうだね、どうしてだろうね。少し調べたんだけど、弦の長さや材質、弦を引っ張る力が同じなら、弦の直径と音の振動数は反比例しているそうだよ。

妹：そうなんだ。楽器って奥が深いな。

(ピアノの鍵盤の図)



[問1] 上のピアノの鍵盤の図において、Bの「シ」の振動数はAの「ファ」の振動数の何倍になるかを数値で答えなさい。ただし、答えだけでなく、その答えを求める過程が分かるように、対話文に出てくる「a」を使って説明しなさい。

[問2] いま、ピアノのもっとも高い「ド」の音を出す弦の長さを5 cmとする。7オクターブ低い「ド」の弦の長さを192 cmにするには、どのような工夫が必要か、具体的な数値を使ってその計算過程と理由を含めて説明しなさい。ただし、弦を張る力および弦の材質は一定とし、弦の伸びは無視できるものとする。