

1

次の文章を読んで、下の問いに答えなさい。

ヒトの骨格は200個以上の骨から成り立っています。骨には、いろいろな役割があります。骨はとても硬いので、筋肉の付着点となって運動を起こしたり、柔らかい器官を守ったりしています。骨は、カルシウムをたくさん含み、カルシウムを貯蔵する役目もしています。

カルシウムは、骨をつくるだけでなく、神経や筋肉、血液のはたらきにも欠かせない栄養分です。カルシウムは、他の栄養分と同じように食物から吸収され、血液によって全身に運ばれます。血液中のカルシウム濃度は、常に一定の範囲に保たれています。

カルシウムには、炭水化物、脂肪、タンパク質などの栄養分と違う点もあります。たとえば、炭水化物、脂肪、タンパク質などの栄養分は、消化、吸収された後、必要な形につくりかえられ、やがて分解されます。一方、カルシウムは体内で新たにつくられることはなく、反対に分解されることもありません。体内にある限り、カルシウムはくり返し使われます。

食物からのカルシウムの吸収は、小腸で起こります。吸収する量は、体内の状態に応じて調節されます。吸収されなかったカルシウムは大腸へ送られて便中に含まれます。

血液中のカルシウムを排出する器官は大腸と腎臓です。血液中のカルシウムを大腸の壁から排出するはたらきを、カルシウムの分泌といいます。腎臓でつくられる尿にもカルシウムが含まれます。腎臓に入った血液の液体成分は、一部が血管外に出されて尿のもとになります。このはたらきを腎臓でのろ過といいます。ただし、ろ過された液体成分中のカルシウムのうち、ほとんどのカルシウムが、血管内にもどされます。これを、腎臓での再吸収といいます。ろ過され、再吸収されなかったものが尿中へ排出されます。尿中への排出量も、体内の状態に応じて調節されます。

骨は部分的に壊され、新しい骨に置きかえられることで、いつもつくりかえられています。骨が壊されると、カルシウムが血液中に放出されます。このはたらきを骨吸収といいます。一方、新しい骨は、カルシウムを貯蔵しながらつくりかえられます。このはたらきを骨形成といいます。骨吸収や骨形成の進み具合も、体内の状態に応じて調節されます。

図1は、カルシウムについて、体内への出入りとその調節をまとめたものです。矢印はカルシウムの移動の向きを示します。

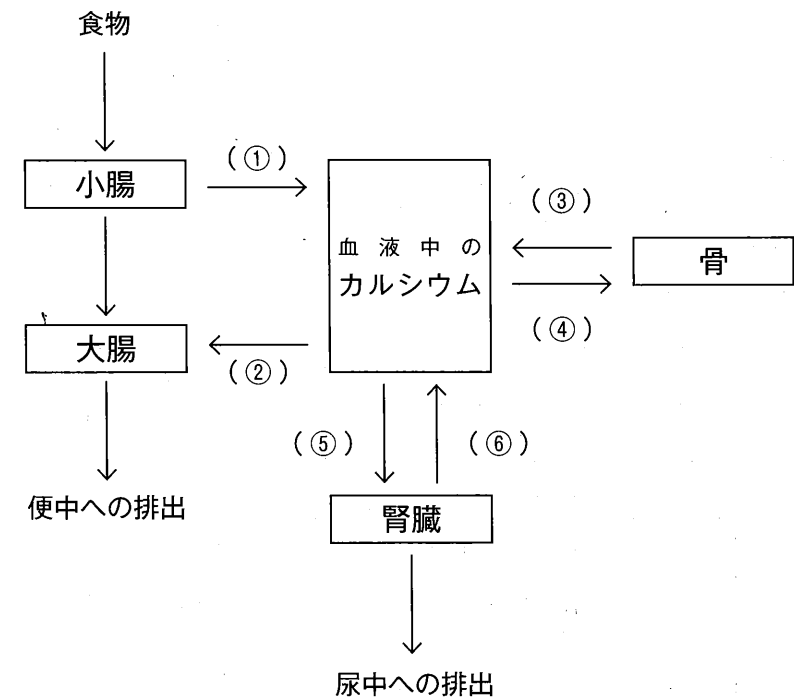


図1

- (1) 本文中の6カ所の下線部は、血液中のカルシウム濃度を調節するはたらきを表す言葉です。図1の①～⑥には、そのいずれかが入ります。

血液中のカルシウム濃度が下がり、一定の範囲から外れそうになった場合、①～⑥のどの調節が盛んになりますか。①～⑥から、番号を3つ答えなさい。また、答えた3つについて、そのはたらきを表す下線部の言葉を答えなさい。

- (2) 次の表は、ある健康な成人について、ある1日間のカルシウムの動きをまとめたものです。この1日間において、体を出入りしたカルシウム量は等しく、血液中のカルシウム量も一定とします。表中の(ア)～(ウ)の量を求め、小数第1位まで答えなさい。

食物に含まれるカルシウム量	1.0g
小腸での吸収量	0.4g
大腸での分泌量	0.3g
便としての排出量	(ア) g
骨形成量	0.3g
骨吸収量	0.3g
腎臓でのろ過量	10.0g
腎臓での再吸収量	(イ) g
尿としての排出量	(ウ) g

- (3) (2)は健康な成人におけるカルシウムの動きです。もし、小学生において、この表の動きが長く続くと、体に大きな問題が起きます。

- (i) 体に起きる大きな問題とは、どのようなことですか。
(ii) (i)は表のどこからわかりますか。表中の数値を用いて説明しなさい。
(ア)～(ウ)の数値が必要な場合は、(2)で答えた値を用いること。

2

次の文章を読んで、下の問いに答えなさい。

テコは、棒を1点で支え、その点のまわりを棒が自由に回転できるようにしたものです。テコには支点と力点、作用点があります。

力が支点を中心に物体を回転させる作用のことを、力のモーメントと呼びます。力のモーメントは、力の大きさと向き、支点からの距離によって決まります。力のモーメントの大きさは、**力の大きさ×垂直距離**です。力のモーメントにおける垂直距離とは、支点から力の矢印（またはその延長線）に、垂線をおろしたときの垂線の長さです。

力点、作用点の両方に力がはたらき、支点を中心にテコが回転しないとき、テコはつり合っているといいます。つり合っているときは、力点にはたらく力のモーメントと作用点にはたらく力のモーメントは、回転させる向きが反対で、等しい大きさです。

図1のような曲がった棒を使ったテコを考えます。棒は5mで、途中を角にして60°折り曲げてあります。この角を支点にします。棒の重さはないものとします。

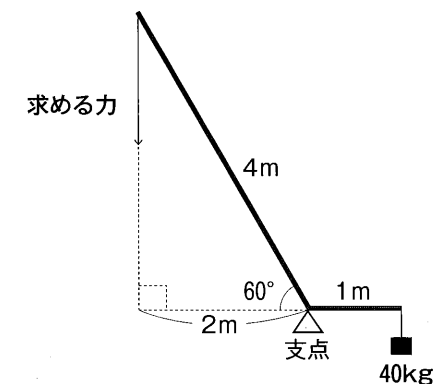


図1

図1のテコがつり合うとき、力点に加える力の大きさを考えます。支点から力点までの垂直距離は2mです。支点から作用点までの垂直距離は1mです。

テコを時計回りにまわそうとする力のモーメントは $40\text{kg} \times 1\text{m}$ です。テコを反時計回りにまわそうとする力のモーメントは 求める力の大きさ(kg) $\times 2\text{m}$ です。したがって、求める力の大きさは20kgとなります。

(1) 図1と同じ棒を使い、次のようなテコをつくりました。図2のテコがつり合うとき、力点に加える力の大きさを求め、整数で答えなさい。

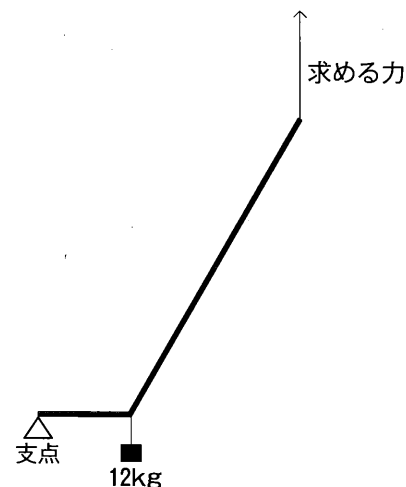


図 2

テコがつり合っているとき、力のモーメントとは別に次のことも成り立ちます。図3のようなつり合ったテコがあります。棒の重さはないものとします。テコの棒は、力点で1kgの下向きの力を受け、作用点で2kgの下向きの力を受けているので、棒全体には、3kgの下向きの力がはたらいています。もし、棒が受ける力がこれだけなら、棒は水平のまま下向きに動き始めるはずですが、しかし実際には動きません。なぜなら、テコの棒は支点到3kgの上向きの力を受けているからです。

このように、つり合っているテコでは支点、力点、作用点に受ける力が打ち消し合います。

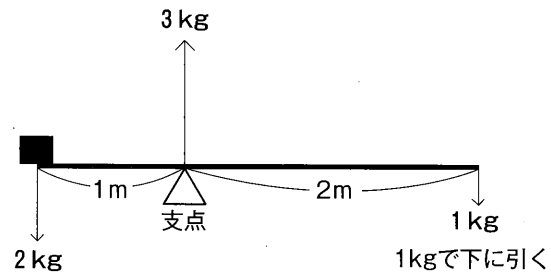


図 3

ヒトの体の動きにはテコが利用されていて、筋肉の収縮と関節の運動を結びつけます。

図4で示すように、肩から先には、二の腕、肘、前腕、手首、手の各部分があります。腕や手の中には、骨があります。二の腕の骨と前腕の骨が接する所に肘の関節があり、前腕と手の骨が接する所に手首の関節があります。

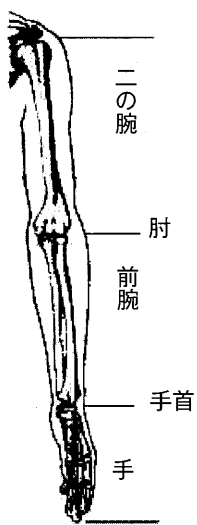


図 4

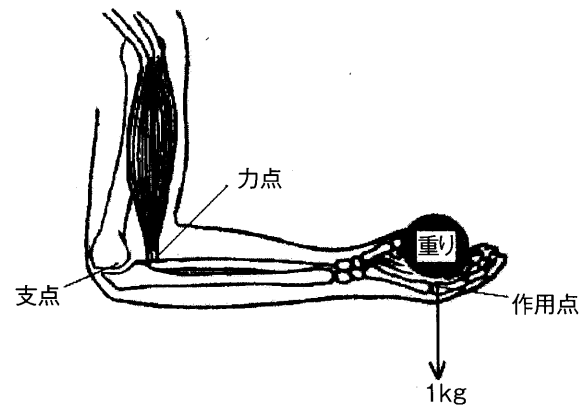


図 5

図5は、手のひらに1kgの重りを乗せ、力こぶの筋肉を使って、前腕から先が下がらないように支えている状態です。この時のテコのつり合いについて考えます。

作用点は、重りを受け止めている手のひらにあります。力点は、力こぶの筋肉が前腕の骨についている所です。支点は、肘の関節です。肘から先の全体がテコの棒にあたります。

図5で力こぶの筋肉が縮む力の大きさは6kgでした。支点、力点、作用点は水平に並び、支点から作用点までの距離は30cmです。

(2) 支点から力点までの距離は何cmですか。整数で答えなさい。テコの棒にあたるものには、重さがないものとします。また、力点にはたらく力は、真上を向いています。

図5において、力こぶの筋肉が6 kgより大きい力を発生させると、つり合いが破れて、前腕が上がります。

- (3) 図5のテコは、重りを動かすのに、重りの6倍をこえる力を必要とするテコで、重りを動かすのが楽になるテコではありません。しかし、有利な点もあります。それは、どのようなことですか。

図6は、体重60 kgのヒトが片脚でつま先立ちをして止まっている状態です。この場合のテコのつり合いについて考えます。

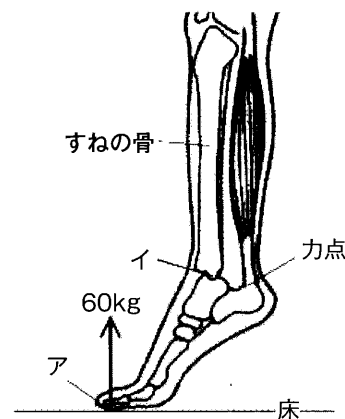


図6

つま先が床を60 kgの力で押すと、床は反発して、つま先を60 kgの力で上向きに押し返します。

つま先を点アとよぶことにします。

すねの骨と足の骨が接する足首に足関節があります。足関節を点イとよぶことにします。ふくらはぎの筋肉が、足のかかとの骨についている所が力点で、力は上向きにはたらきます。そして、かかとからつま先までの全体がテコの棒にあたります。

点アから力点までの垂直距離を25 cm、点イから力点までの垂直距離を5 cmとします。また、テコの棒にあたる部分には、重さがないものとします。

支点と作用点の位置について、次のⅠとⅡの場合を考えます。

- Ⅰ. 点アを作用点、点イを支点とみなす場合
Ⅱ. 点アを支点、点イを作用点とみなす場合

- (4) Ⅰのとき、力点にはたらく力の大きさを整数で答えなさい。

Ⅱのとき、力点と作用点のそれぞれにはたらく力の大きさは、次のように求められます。

かかとからつま先までを一体と見なしたテコの棒は、支点から上向き60 kgの力を受けます。また、力点では、①(上・下・右・左) 向きの力がはたらきます。テコの棒が全体として上下には動かないことから、作用点にはたらく力は、②(上・下・右・左) 向きです。支点、力点、作用点のそれぞれにはたらく力の大きさを〔支〕、〔力〕、〔作〕と表すと、〔支〕、〔力〕、〔作〕の間には、(③) という式が成り立ちます。

また、支点を中心とする力のモーメントを考えると、力点で〔力〕×25 cm、作用点で〔作〕×20 cmです。テコのつり合いから、〔力〕×25 cm = 〔作〕×20 cm となり、〔力〕 : 〔作〕 = (④) となります。

- (5) 上の①と②に適するものを選び、○で囲みなさい。(③) には式を答え、(④) には最も簡単な比を答えなさい。

- (6) Ⅱのとき、力点と作用点のそれぞれにはたらく力の大きさを求め、整数で答えなさい。

このようなつま先立ちでは、ふくらはぎの筋肉は体重の何倍も大きな力を発生させる必要があることがわかりました。しかし、同じ姿勢のつま先立ちでも、他人にかかとを押し上げてもらえば、ふくらはぎの筋肉を使わずにすみます。そして、かかとを押し上げてもらう力は体重より小さくなります。

3

次の文章を読んで、下の問いに答えなさい。

近年、日本から打ち上げられた探査機が活躍をしています。たとえば、2007年に打ち上げられた月探査機「かぐや」が、月の様子を詳しく観測して話題になり、月の地平線とともに見える地球の様子がハイビジョン映像で放送されました。

- (1) 図1は月のまわりを回る「かぐや」が撮影した地球の様子です。このとき、太陽は「かぐや」から見てどの向きにありますか。下の(ア)～(カ)から適するものを選びなさい。ただし、前後については、地球への向きを「前」とし、上下左右については図2の向きとします。



図1

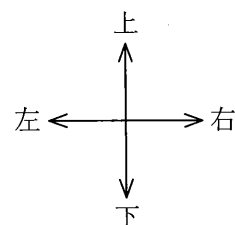


図2

- (ア) 前 (イ) 後ろ (ウ) 右 (エ) 左
(オ) 上 (カ) 下

2010年、探査機「はやぶさ」が多くの困難をのりこえて、小惑星「イトカワ」の微粒子を地球に持ち帰りました。小惑星は惑星のように太陽のまわりを回る天体ですが、小さすぎるため、地球から肉眼で見えることはできません。一方、惑星には地球から肉眼で見えるものもあります。

- (2) 望遠鏡が発明される前から、空に5つの惑星が見えることが知られていました。その5つの惑星の名前を漢字で答えなさい。

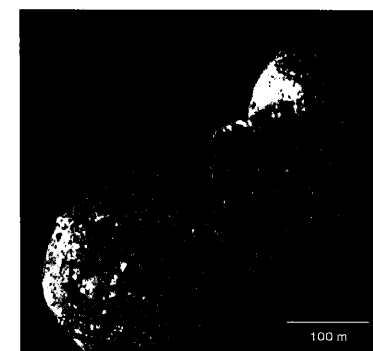


図3 (C) JAXA

イトカワは、図3のようにラッコに似た形をしています。はやぶさの測定によって、イトカワの体積は1800万 m^3 、重さは3500万トンとわかりました。1トンは1000 kgです。

- (3) イトカワは平均すると1 cm^3 あたり何gですか。小数第1位まで答えなさい。

イトカワは、地球に落下してくる「普通コンドライト^{いんせき}隕石」と同じ物質でできていると予想されています。普通コンドライト隕石は平均すると1 cm^3 あたり3.2gです。このことから、イトカワの中にはすき間がたくさんあることがわかります。

- (4) イトカワの体積の何%がすき間ですか。(3)で求めた値を用いて計算し、整数で答えなさい。ただし、普通コンドライト隕石にすき間はないものとします。

2005年11月20日、はやぶさはイトカワに着陸しました。図4は、着陸した時間帯における、はやぶさとイトカワ表面の距離を示しています。この日、はやぶさはイトカワに2回接地しました（6時10分と6時30分）。また2回目の接地の後は、30分ほどイトカワ表面にとどまっていたようです。

- (5) 2回の接地において、はやぶさはイトカワに同じ速さでぶつかっていることが、図4のグラフからわかります。ぶつかる直前の速さは、秒速何cmですか。グラフを用いて求め、整数で答えなさい。計算式も記すこと。

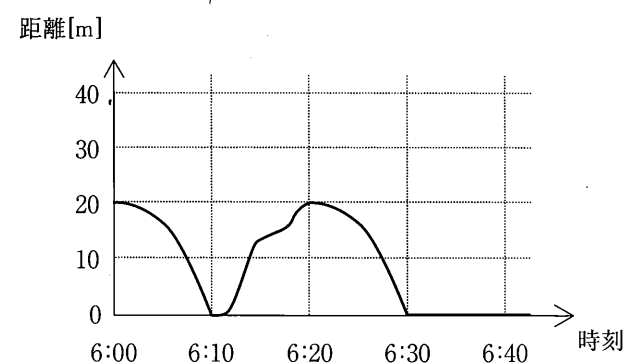


図4 はやぶさとイトカワ表面の距離