1 以下の (1) ～ (3) の $\boxed{ア}$ ～ $\boxed{ケ}$ にあてはまる適切な数を解答用紙の所定の欄に記入せよ。

(1)　正二十面体の 各面は正三角形である。この立体の頂点の個数は $\boxed{ア}$ 個であり、辺の本数は $\boxed{イ}$ 本である。

(2)　2 点 $P_0(1、1、2)$、$P_1(-1、0、4)$ を通る直線と平面 $z=0$ の共有点の座標は $\left(\boxed{ウ}、\boxed{エ}、0\right)$ である。また、原点 O から直線 P_0P_1 に下した垂線 OH の長さは $\dfrac{\sqrt{\boxed{オ}}}{3}$ である。

(3)　$\theta=\dfrac{3}{10}\pi$ とおく。このとき、$\sin 3\theta+\cos 2\theta=\boxed{カ}$ となる。

したがって、$\sin\theta$ は

$$4\sin^3\theta+\boxed{キ}\sin^2\theta-\boxed{ク}\sin\theta-1=0$$

を満たす。これにより、$\sin\theta$ の値を求めると、$\sin\theta=\dfrac{\boxed{ケ}}{4}$ となる。

(解説)

(1)　1 つの頂点を、5 つの三角形が共有しているので、$3\times20\div5=12$ 個

1 本の辺を、2 つの三角形が共有しているので、$3\times20\div2=30$ 本

参考　オイラーの多面体定理

任意の多面体において

(頂点の個数)−(辺の本数)＋(面の数)＝2

が成り立つ。

上記を利用して、頂点の個数か辺の本数を求め、面の数＝20 より、他方を求めてもよい。

(2)　直線 P_0P_1 は

$$\begin{pmatrix}x\\y\\z\end{pmatrix}=\overrightarrow{OP_0}+t\overrightarrow{P_0P_1}\quad(t\text{ は実数})$$

$$=\begin{pmatrix}1\\1\\2\end{pmatrix}+t\begin{pmatrix}-2\\-1\\2\end{pmatrix}$$

$$=\begin{pmatrix}1-2t\\1-t\\2+2t\end{pmatrix}$$

と表されるので、平面 $z=0$ との交点より

$$2+2t=0$$

$$\therefore\quad t=-1$$

よって、交点は $(3、2、0)$ となる。

また、$OH\perp P_0P_1$ より、$\overrightarrow{OH}\cdot\overrightarrow{P_0P_1}=0$

$$\therefore\quad\begin{pmatrix}1-2t\\1-t\\2+2t\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}-2\\-1\\2\end{pmatrix}=0$$

$$\therefore\quad -2(1-2t)-(1-t)+2(2+2t)=0$$

$$\therefore\quad t=-\frac{1}{9}$$

よって、H は $\left(\dfrac{11}{9}、\dfrac{10}{9}、\dfrac{16}{9}\right)$ となるので

$$OH=\frac{1}{9}\sqrt{11^2+10^2+16^2}$$

$$=\frac{\sqrt{53}}{3}$$

(3)　$\theta=\dfrac{3}{10}\pi$ より、$5\theta=\dfrac{3}{2}\pi$

$$\therefore\quad 3\theta=\frac{3}{2}\pi-2\theta$$

よって、$\sin 3\theta=\sin\left(\dfrac{3}{2}\pi-2\theta\right)$

$$\therefore\quad \sin 3\theta=-\cos 2\theta$$

$$\therefore\quad \sin 3\theta+\cos 2\theta=0$$

$$\therefore\quad (3\sin\theta-4\sin^3\theta)+(1-2\sin^2\theta)=0$$

$$\therefore\quad 4\sin^3\theta+2\sin^2\theta-3\sin\theta-1=0$$

$$\therefore\quad (\sin\theta+1)(4\sin^2\theta-2\sin\theta-1)=0$$

$\sin\dfrac{3}{10}\pi\neq0$ より、$4\sin^2\theta-2\sin\theta-1=0$

$$\therefore\quad \sin\theta=\frac{1\pm\sqrt{5}}{4}$$

$0<\dfrac{3}{10}\pi<\dfrac{\pi}{2}$ より、$\sin\theta=\dfrac{1+\sqrt{5}}{4}$

2 自然数 n に対して、有理数 a_n、b_n を

$$a_n+b_n\sqrt{5}=\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n \cdots\cdots\cdots(※)$$

を満たすように定める。以下の (1)、(2) に対する解答と (3)、(4) の $\boxed{シ}$ ～ $\boxed{タ}$ に当てはまる適切な数を解答用紙の所定の欄に記入せよ。

(1) 二項定理を用いて式 (※) の右辺を展開して、

$$a_n=\sum_{k=0}^{A}{}_nC_{2k}\cdot\left(\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^{2k}\left(\frac{1}{2}\right)^{n-2k}$$

$$b_n=\sum_{k=0}^{B}{}_nC_{2k+1}\cdot\left(\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^{2k}\left(\frac{1}{2}\right)^{n-2k}$$

と表すとき、$A=\boxed{コ}$、$B=\boxed{サ}$ である。$\boxed{コ}$、$\boxed{サ}$ にあてはまるものを、次の選択肢からそれぞれ選び、その記号を答えよ。ただし、実数 x に対して、$[x]$ は x を超えない最大の整数を表すものとする。

【 選択肢 】

(a) $\left[\frac{n-1}{2}\right]$ (b) $\left[\frac{n}{2}\right]$ (c) $\left[\frac{n+1}{2}\right]$ (d) $\left[\frac{n}{2}\right]+1$ (e) $\left[\frac{n}{2}\right]+2$

(2) 自然数 n に対して、有理数 c_n、d_n を

$$c_n+d_n\sqrt{5}=\left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n$$

を満たすように定める。c_n、d_n を a_n、b_n を用いてそれぞれ表せ。

(3) a_n、b_n の一般項は

$$a_n=\boxed{シ}\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n+\boxed{ス}\left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n$$

$$b_n=\boxed{セ}\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n-\boxed{ソ}\left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n$$

となる。なお $\boxed{シ}$ ～ $\boxed{ソ}$ は n を含まない数である。

(4) $\displaystyle\lim_{n\to\infty}\frac{a_n}{b_n}=\boxed{タ}$ である。

解説

(1) $a_n=\displaystyle\sum_{k=0}^{A}{}_nC_{2k}\cdot\left(\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^{2k}\left(\frac{1}{2}\right)^{n-2k}$ において

二項定理より、A は $2k\leqq n$ を満たす最大の整数 k となるので、

$$k\leqq\frac{n}{2} \text{ から、} A=\left[\frac{n}{2}\right] \quad (\Rightarrow (b))$$

$b_n=\displaystyle\sum_{k=0}^{B}{}_nC_{2k+1}\cdot\left(\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^{2k}\left(\frac{1}{2}\right)^{n-2k}$ より

$$\sqrt{5}\,b_n=\sum_{k=0}^{B}{}_nC_{2k+1}\cdot\left(\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^{2k+1}\left(\frac{1}{2}\right)^{n-2k-1}$$

二項定理より、B は $2k+1\leqq n$ を満たす最大の整数 k となるので、

$$k\leqq\frac{n-1}{2} \text{ から、} B=\left[\frac{n-1}{2}\right] \quad (\Rightarrow (a))$$

(2) $\left(\dfrac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n=\left\{\dfrac{1}{2}+\left(-\dfrac{\sqrt{5}}{2}\right)\right\}^n$ より、(1) と同様にして

$$\begin{aligned}c_n&=\sum_{k=0}^{A}{}_nC_{2k}\cdot\left(-\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^{2k}\left(\frac{1}{2}\right)^{n-2k}\\&=\sum_{k=0}^{A}{}_nC_{2k}\cdot\left(\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^{2k}\left(\frac{1}{2}\right)^{n-2k}\\&=a_n\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sqrt{5}\,d_n&=\sum_{k=0}^{B}{}_nC_{2k+1}\cdot\left(-\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^{2k+1}\left(\frac{1}{2}\right)^{n-2k-1}\\&=-\sum_{k=0}^{B}{}_nC_{2k+1}\cdot\left(\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^{2k+1}\left(\frac{1}{2}\right)^{n-2k-1}\\&=-\sqrt{5}\,b_n\end{aligned}$$

よって、$c_n=a_n$、$d_n=-b_n$

別解 (※) より、$a_{n+1}+b_{n+1}\sqrt{5}=\left(\dfrac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n\times\left(\dfrac{1+\sqrt{5}}{2}\right)$

(※) を代入して

$$\begin{aligned}a_{n+1}+b_{n+1}\sqrt{5}&=(a_n+b_n\sqrt{5})\times\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)\\&=\frac{1}{2}(a_n+5b_n)+\sqrt{5}\times\frac{1}{2}(a_n+b_n)\end{aligned}$$

a_{n+1}、b_{n+1}、a_n、b_n は有理数で、$\sqrt{5}$ は無理数より

$$\begin{cases}a_{n+1}=\dfrac{1}{2}(a_n+5b_n)\\ b_{n+1}=\dfrac{1}{2}(a_n+b_n)\end{cases} \cdots\cdots(※※)$$

ここで、
$$\begin{aligned}{a_{n+1}}^2-5{b_{n+1}}^2&=\frac{1}{4}(a_n+5b_n)^2-5\cdot\frac{1}{4}(a_n+b_n)^2\\&=\frac{1}{4}\{({a_n}^2+10a_nb_n+25{b_n}^2)-5({a_n}^2+2a_nb_n+{b_n}^2)\}\\&=-({a_n}^2-5{b_n}^2)\end{aligned}$$

よって、${a_n}^2-5{b_n}^2=(-1)^{n-1}\cdot({a_1}^2-5{b_1}^2)$

(※) において、$n=1$ を代入すると

$$a_1+b_1\sqrt{5}=\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{5}}{2}$$

a_{n+1}、b_{n+1}、a_n、b_n は有理数で、$\sqrt{5}$ は無理数より

$$a_1=\frac{1}{2},\ b_1=\frac{1}{2} \quad \cdots\cdots\cdots(※※※)$$

よって、${a_n}^2-5{b_n}^2=(-1)^n$

$$\therefore\ (a_n-b_n\sqrt{5})(a_n+b_n\sqrt{5})=(-1)^n$$

(※) より

$$(a_n-b_n\sqrt{5})\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n=(-1)^n$$

$$\begin{aligned}\therefore\ a_n-b_n\sqrt{5}&=(-1)^n\cdot\left(\frac{2}{1+\sqrt{5}}\right)^n\\&=(-1)^n\cdot\left(\frac{\sqrt{5}-1}{2}\right)^n\\&=\left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n\end{aligned}$$

以上より、$c_n+d_n\sqrt{5}=\left(\dfrac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n$ と比較して、$c_n=a_n$、$d_n=-b_n$

別解 (※※) の続き

$a_n-b_n\sqrt{5}=\left(\dfrac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n$ が成り立つことを数学的帰納法で示す。

(i) $n=1$ のとき

$$a_1-b_1\sqrt{5}=\frac{1}{2}-\frac{\sqrt{5}}{2}$$

(※※※) より、成立。

(ii) $n=k$ のとき

$$a_k-b_k\sqrt{5}=\left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^k$$

が、成り立つと仮定すると

$n=k+1$ のとき

(※※) より、
$$\begin{aligned}a_{k+1}-b_{k+1}\sqrt{5}&=\frac{1}{2}(a_k+5b_k)-\sqrt{5}\times\frac{1}{2}(a_k+b_k)\\&=\frac{1-\sqrt{5}}{2}a_k-\sqrt{5}\times\frac{1-\sqrt{5}}{2}b_k\\&=\left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)(a_k-b_k\sqrt{5})\\&=\left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^{k+1}\end{aligned}$$

よって、$n=k+1$ のときも成り立つので、すべての自然数 n に対して

$a_n-b_n\sqrt{5}=\left(\dfrac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n$ は成り立つ。

以上より、$c_n+d_n\sqrt{5}=\left(\dfrac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n$ と比較して、$c_n=a_n$、$d_n=-b_n$

(3) (2) より、
$$\begin{cases}a_n+b_n\sqrt{5}=\left(\dfrac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n \cdots\cdots\cdots ①\\ a_n-b_n\sqrt{5}=\left(\dfrac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n \cdots\cdots\cdots ②\end{cases}$$

$\dfrac{①+②}{2}$ より、$a_n=\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n+\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n$

$\dfrac{①-②}{2\sqrt{5}}$ より、$b_n=\dfrac{1}{2\sqrt{5}}\left(\dfrac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n-\dfrac{1}{2\sqrt{5}}\left(\dfrac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n$

(4)
$$\begin{aligned}\lim_{n\to\infty}\frac{a_n}{b_n}&=\lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{2}\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n+\frac{1}{2}\left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n}{\frac{1}{2\sqrt{5}}\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n-\frac{1}{2\sqrt{5}}\left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n}\\&=\lim_{n\to\infty}\frac{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\left(\frac{1-\sqrt{5}}{1+\sqrt{5}}\right)^n}{\frac{1}{2\sqrt{5}}-\frac{1}{2\sqrt{5}}\left(\frac{1-\sqrt{5}}{1+\sqrt{5}}\right)^n}\end{aligned}$$

$0<\dfrac{1-\sqrt{5}}{1+\sqrt{5}}<1$ より

$$\lim_{n\to\infty}\frac{a_n}{b_n}=\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2\sqrt{5}}}=\sqrt{5}$$

3　実数の閉区間 $A=[-1、3]$、$B=[-2、1]$ と関数 $f(x)=3x^4-4x^3-12x^2$ を考える。以下の (1) ～ (5) の $\boxed{\text{チ}}$ ～ $\boxed{\text{フ}}$ に当てはまる適切な数を解答用紙の所定の欄に記入せよ。

(1)　$f(3)$ の値を求めると $f(3)=\boxed{\text{チ}}$ である。$f(x)$ の A における極大値、最大値、最小値を求めると、極大値は $\boxed{\text{ツ}}$、最大値は $\boxed{\text{テ}}$、最小値 $\boxed{\text{ト}}$ である。

(2)　y に関する条件「$f(x)=y$ を満たす $A\cup B$ の要素 x が存在する 」が真となる y の範囲は $\boxed{\text{ナ}}\leqq y\leqq\boxed{\text{ニ}}$ である。

(3)　y に関する条件「$f(x_1)=y$ を満たすA の要素 x_1 が存在する、または $f(x_2)=y$ を満たす B の要素 x_2 が存在する」が真となる y の範囲は $\boxed{\text{ヌ}}\leqq y\leqq\boxed{\text{ネ}}$ である。

(4)　y に関する条件「$f(x)=y$ を満たす $A\cap B$ の要素 x が存在する 」が真となる y の範囲は $\boxed{\text{ノ}}\leqq y\leqq\boxed{\text{ハ}}$ である。

(5)　y に関する条件「$f(x_1)=y$ を満たすA の要素 x_1 が存在し、かつ $f(x_2)=y$ を満たす B の要素 x_2 が存在する」が真となる y の範囲は $\boxed{\text{ヒ}}\leqq y\leqq\boxed{\text{フ}}$ である。

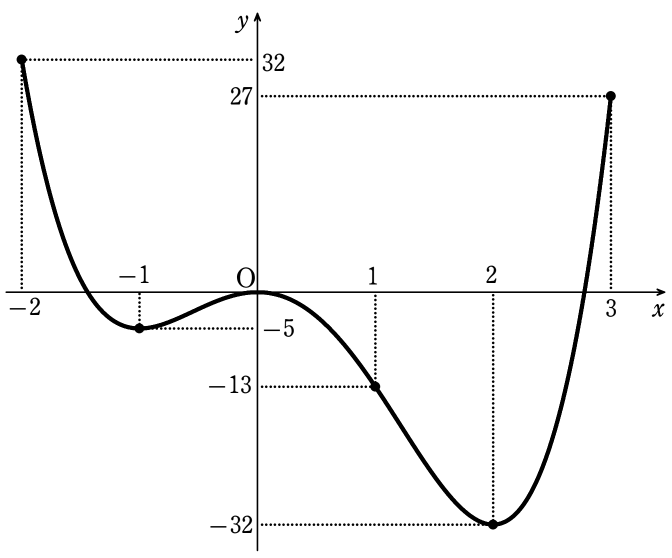
解説

(1)　$f(3)=3^3(3^2-4-4)=27$

$f'(x)=12x(x+1)(x-2)$ より、増減表は

x		-1		0		2	
$f'(x)$	$-$	0	$+$	0	$-$	0	$+$
$f(x)$	↘	-5	↗	0	↘	-32	↗

となるので、グラフは以下のようになる。



よって、A において

$x=0$ で極大値 0、$x=3$ で最大値 27、$x=2$ で最小値 -32

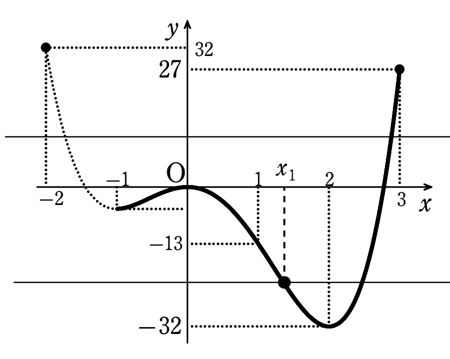
(2)　$A\cup B=[-2、3]$ において、$f(x)=y$ を満たす $A\cup B$ の要素 x が存在するのは図より、$-32\leqq y\leqq 32$

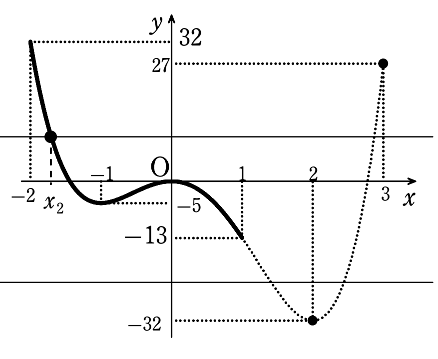
(3)　図より、

$f(x_1)=y$ を満たすA の要素 x_1 が存在するのは、$-32\leqq y\leqq 27$

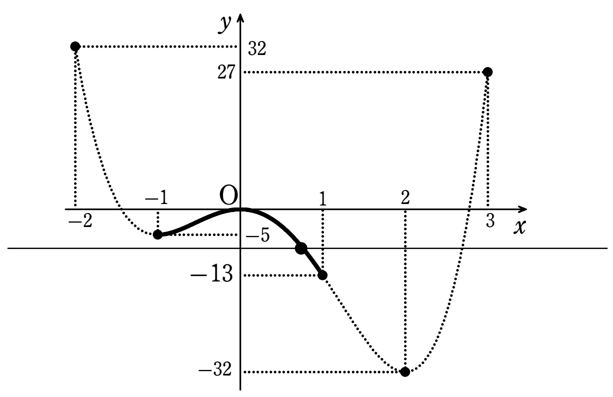
$f(x_2)=y$ を満たす B の要素 x_2 が存在するのは、$-13\leqq y\leqq 32$

よって、$f(x_1)=y$ を満たすA の要素 x_1 が存在する、または $f(x_2)=y$ を満たす B の要素 x_2 が存在するのは、$-32\leqq y\leqq 32$

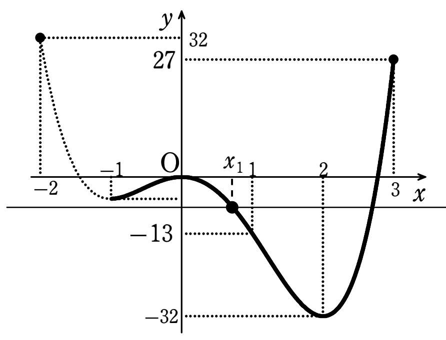


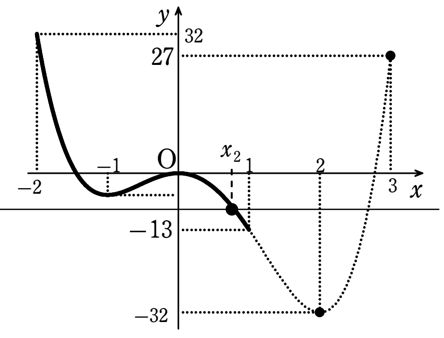


(4)　$A\cap B=[-1、1]$ において、$f(x)=y$ を満たす $A\cap B$ の要素 x が存在する図より、$-13\leqq y\leqq 0$



(5)　(3) より、$f(x_1)=y$ を満たすA の要素 x_1 が存在し、かつ $f(x_2)=y$ を満たす B の要素 x_2 が存在するのは、$-13\leqq y\leqq 27$





4　$f(x)=x(x-1)(x-3)$ とし、座標平面上の曲線 $y=f(x)$ と直線 $y=mx$ (m は実数) は 3 点 O $(0,\ 0)$、P $(x_1,\ mx_1)$、Q $(x_2,\ mx_2)$ $(0<x_1<x_2)$ を共有するものとする。

以下の (1) ～ (3) の $\boxed{\text{ヘ}}$ ～ $\boxed{\text{メ}}$ にあてはまる適切な数および (4) に対する解答を解答用紙の所定の欄に記入せよ。

(1)　m の範囲を求めると $\boxed{\text{ヘ}}<m<\boxed{\text{ホ}}$ である。

(2)　$x_1{}^2+x_2{}^2$、$x_1{}^3+x_2{}^3$、$x_1{}^4+x_2{}^4$ を m を用いた式で表すと

$$x_1{}^2+x_2{}^2=\boxed{\text{マ}}\,m+10$$

$$x_1{}^3+x_2{}^3=\boxed{\text{ミ}}\,m+28$$

$$x_1{}^4+x_2{}^4=2m^2+\boxed{\text{マ}}\,m+82$$

となる。

(3)　線分 OP と曲線 $y=f(x)$ の囲む部分の面積を S_1、線分 PQ と曲線 $y=f(x)$ の囲む部分の面積を S_2 とするとき、$S_1:S_2=1:2$ となるような m の値を求めると

$m=\dfrac{\boxed{\text{メ}}}{3}$ である。

(4)　(3) の m の値の計算過程を記せ。

(解説)

(1)　$y=f(x)$ と $y=mx$ が異なる 3 点で交わるので

$$x(x-1)(x-3)=mx$$

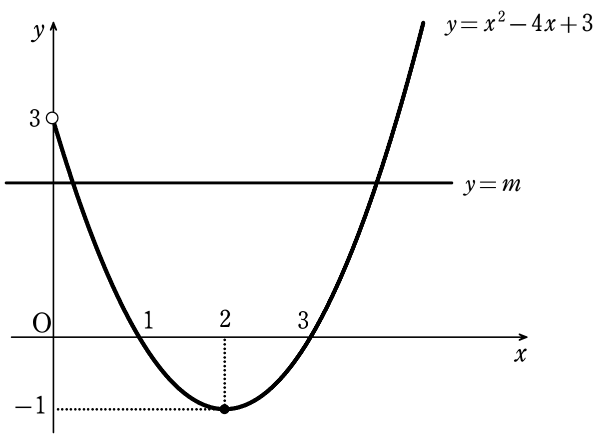
$$\therefore\quad x\{x^2-4x+3-m\}=0$$

$$\therefore\quad x=0、x^2-4x+3-m=0\ \cdots\cdots\ ①$$

P、Q が存在するための条件は、① が正の異なる 2 つの実数解をもつことである。

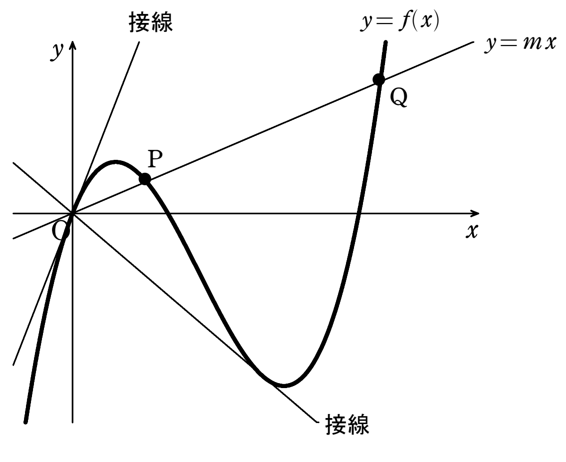
つまり、$x^2-4x+3=m$ より、$\begin{cases}y=x^2-4x+3\\ y=m\end{cases}$ が $x>0$ で異なる 2 点で交われば

よい。



よって、グラフより、$-1<m<3$

別解　$y=f(x)$ と $y=mx$ が異なる 3 点で交わるためには、$y=mx$ が図の 2 接線の間にあればよい。



$y=f(x)$ 上の点 $(t、f(t))$ とおける接線は、$f'(x)=3x^2-8x+3$ より

$$y=(3t^2-8t+3)(x-t)+t^3-4t^2+3t$$

これが $(0、0)$ を通るので

$$0=(3t^2-8t+3)(0-t)+t^3-4t^2+3t$$

$$\therefore\quad -2t^3+4t^2=0$$

$$\therefore\quad 2t^2(t-2)=0$$

$$\therefore\quad t=0、2$$

$f'(0)=3$、$f'(2)=-1$ より、グラフから、$-1<m<3$

(2)　(1) より、x_1、x_2 は ① の解より、解と係数の関係から

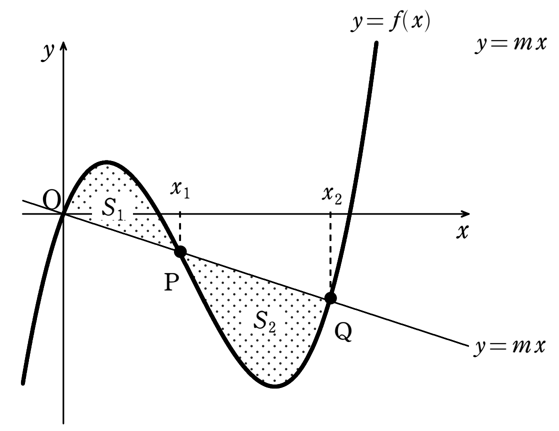
$$\begin{cases}x_1+x_2=4\\ x_1x_2=3-m\end{cases}$$

よって、
$$\begin{aligned}x_1{}^2+x_2{}^2&=(x_1+x_2)^2-2x_1x_2\\&=16-2(3-m)\\&=2m+10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x_1{}^3+x_2{}^3&=(x_1+x_2)^3-3x_1x_2(x_1+x_2)\\&=64-3\cdot4\cdot(3-m)\\&=12m+28\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x_1{}^4+x_2{}^4&=(x_1{}^2+x_2{}^2)^2-2(x_1x_2)^2\\&=(2m+10)^2-2(3-m)^2\\&=2m^2+52m+82\end{aligned}$$

(3)、(4)



$S_1:S_2=1:2$ より、$2S_1=S_2$

よって、$2\displaystyle\int_0^{x_1}\{x^3-4x^2+(3-m)x\}dx=\int_{x_1}^{x_2}\{-x^3+4x^2-(3-m)x\}dx$

$$\therefore\quad 2\int_0^{x_1}\{x^3-4x^2+(3-m)x\}dx=\int_{x_1}^{x_2}\{-x^3+4x^2-(3-m)x\}dx$$

$$\therefore\quad 2\int_0^{x_1}\{x^3-4x^2+(3-m)x\}dx+\int_{x_1}^{x_2}\{x^3-4x^2+(3-m)x\}dx=0$$

$$\therefore\quad 2\int_0^{x_1}\{x^3-4x^2+(3-m)x\}dx+\int_0^{x_2}\{x^3-4x^2+(3-m)x\}dx$$
$$-\int_0^{x_1}\{x^3-4x^2+(3-m)x\}dx=0$$

$$\therefore\quad \int_0^{x_1}\{x^3-4x^2+(3-m)x\}dx+\int_0^{x_2}\{x^3-4x^2+(3-m)x\}dx=0$$

$$\therefore\quad \left[\frac{1}{4}x^4-\frac{4}{3}x^3+\frac{3-m}{2}x^2\right]_0^{x_1}+\left[\frac{1}{4}x^4-\frac{4}{3}x^3+\frac{3-m}{2}x^2\right]_0^{x_2}=0$$

$$\therefore\quad \frac{1}{4}(x_1{}^4+x_2{}^4)-\frac{4}{3}(x_1{}^3+x_2{}^3)+\frac{3-m}{2}(x_1{}^2+x_2{}^2)=0$$

$$\therefore\quad \frac{1}{4}(2m^2+52m+82)-\frac{4}{3}(12m+28)+\frac{3-m}{2}(2m+10)=0$$

$$\therefore\quad -\frac{1}{2}m^2-5m-\frac{11}{6}=0$$

$$\therefore\quad 3m^2+30m+11=0$$

$$\therefore\quad m=\frac{-30\pm\sqrt{30^2-4\cdot3\cdot11}}{6}=\frac{-15\pm8\sqrt{3}}{3}$$

ここで、$(8\sqrt{3})^2=192$ より、$169<192<196$

よって、$13<8\sqrt{3}<14$ となるので

$$\begin{cases}-\dfrac{2}{3}<\dfrac{-15+8\sqrt{3}}{3}<-\dfrac{1}{3}\\[2mm] -\dfrac{29}{3}<\dfrac{-15-8\sqrt{3}}{3}<-\dfrac{28}{3}\end{cases}$$

$-1<m<3$ より、$m=\dfrac{-15+8\sqrt{3}}{3}$