

【Ⅰ】

〔解答〕

(1)

$$\boxed{\text{ア}} \quad 1 \quad \boxed{\text{イ}} \quad 7 \quad \boxed{\text{ウ}} \quad 1 \quad \boxed{\text{エ}} \quad 4 \quad \boxed{\text{オ}} \quad 3 \quad \boxed{\text{カ}} \quad 3 \quad \boxed{\text{キ}} \quad 4$$

(2)

$$\begin{array}{ccccccc} \boxed{\text{ク}} & 2 & \boxed{\text{ケ}} & 1 & \boxed{\text{コ}} & - & \boxed{\text{サ}} & 2 & \boxed{\text{シ}} & 0 \\ \boxed{\text{ス}} & 6 & \boxed{\text{セ}} & 1 & \boxed{\text{ソ}} & - & \boxed{\text{タ}} & 2 & \boxed{\text{チ}} & 5 \end{array}$$

〔解説〕

(1)

外接円の半径を R とすれば、正弦定理より、

$$\frac{AB}{\sin \angle C} = 2R \quad \therefore R = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 1$$

となる。再び正弦定理より、

$$\frac{AC}{\sin \angle B} = 2$$

$$\begin{aligned} \therefore AC &= 2 \sin \{180^\circ - (\theta + 60^\circ)\} \\ &= 2 \sin (\theta + 60^\circ) \\ &= 2 (\sin \theta \cos 60^\circ + \cos \theta \sin 60^\circ) \\ &= \sqrt{3} \cos \theta + \sin \theta \end{aligned}$$

と求まる。

次に、 $\theta = 45^\circ$ とする。もう一度正弦定理を用いて、

$$\frac{BC}{\sin \theta} = 2 \quad \therefore BC = 2 \sin 45^\circ = \sqrt{2}$$

となり、また、 $\triangle ABC$ の面積を S とすると、

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{2} \cdot AB \cdot AC \sin \theta \\ &= \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3} + 1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{3 + \sqrt{3}}{4} \end{aligned}$$

と求まる。

(2)

行列

$$A = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

について、

$$0 \cdot 1 - (-1) \cdot 2 = 2 \neq 0$$

より、逆行列は存在し、

$$A^{-1} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -2 & 0 \end{pmatrix}$$

となる。また、

$$\begin{aligned} A^5 &= A^2 \cdot A^2 \cdot A \\ &= \begin{pmatrix} -2 & -1 \\ 2 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -2 & -1 \\ 2 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ -6 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 6 & 1 \\ -2 & 5 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

と求まる。

【Ⅱ】

〔解答〕

(1)

$$\begin{array}{cccccccc} \boxed{\text{ア}} & 2 & \boxed{\text{イ}} & 4 & \boxed{\text{ウ}} & - & \boxed{\text{エ}} & 1 & \boxed{\text{オ}} & - & \boxed{\text{カ}} & 1 & \boxed{\text{キ}} & 3 \\ \boxed{\text{ク}} & 0 & \boxed{\text{ケ}} & 4 & \boxed{\text{コ}} & 3 & \boxed{\text{サ}} & 1 & \boxed{\text{シ}} & 4 & & & & \end{array}$$

(2)

$$\begin{array}{cccccccc} \boxed{\text{ス}} & 5 & \boxed{\text{セ}} & 6 & \boxed{\text{ソ}} & 3 & \boxed{\text{タ}} & 7 & \boxed{\text{チ}} & 1 & \boxed{\text{ツ}} & 8 & \boxed{\text{テ}} & 4 \\ \boxed{\text{ト}} & 9 & \boxed{\text{ナ}} & 3 & \boxed{\text{ニ}} & 6 & \boxed{\text{ヌ}} & 3 & \boxed{\text{ネ}} & 0 & \boxed{\text{ノ}} & - & \boxed{\text{ハ}} & 9 \end{array}$$

〔解説〕

(1)

直線 ℓ_1, ℓ_2, ℓ_3 をそれぞれ連立して解くと、

$$A(2, 4), B(-1, -1), C(3, 0)$$

となる。また、三角形 ABC の重心の x 座標は、

$$\frac{2-1+3}{3} = \frac{4}{3}$$

であり、同様に、 y 座標は、

$$\frac{4-1+0}{3} = 1$$

である。このとき、 $\overline{AB} = (-3, -5), \overline{AC} = (1, -4)$ だから、

ベクトルの内積 $\overline{AB} \cdot \overline{AC} = |\overline{AB}| |\overline{AC}| \cos \angle BAC$ を用いると、

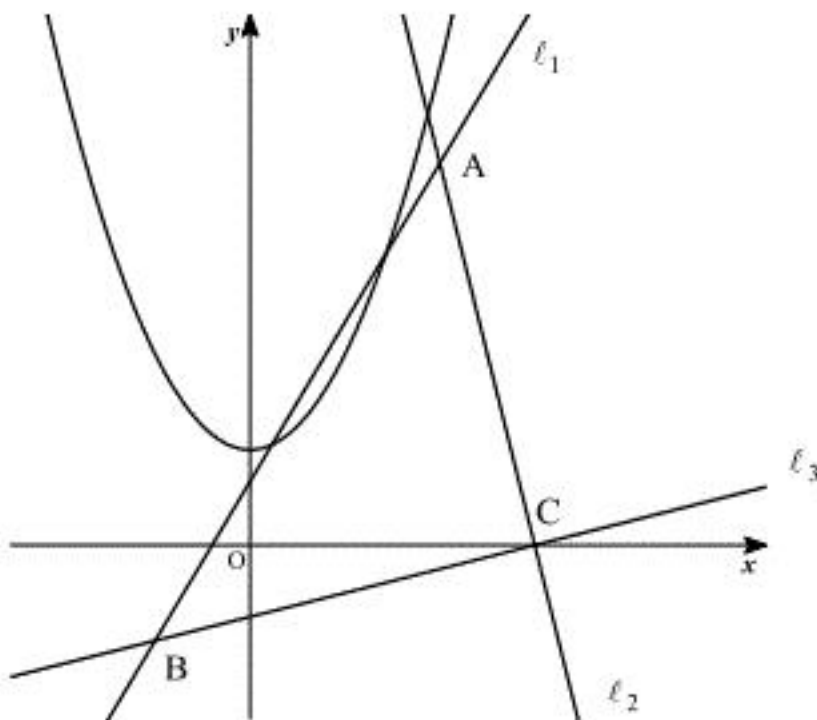
$$\begin{cases} \overline{AB} \cdot \overline{AC} = 17 \\ |\overline{AB}| |\overline{AC}| \cos \angle BAC = 17\sqrt{2} \cos \angle BAC \end{cases}$$

$$\therefore \cos \angle BAC = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\therefore \angle BAC = \frac{\pi}{4}$$

と求まる。

(2)



連立不等式を満たす範囲は $\triangle ABC$ の内部と周上である。

$y - x^2 = a$ とおくと、 $y = x^2 + a$ だから、上図より、 $y - x^2$ が最大となるのは

$y = x^2 + a$ が ℓ_1 に接するとき、

もしくは、

$y = x^2 + a$ が点 A を通るとき

である。 $y = x^2 + a$ が ℓ_1 に接するとき、

ℓ_1 の傾きは $\frac{5}{3}$ だから、

$$(x^2 + a)' = 2x = \frac{5}{3} \therefore x = \frac{5}{6} \leq 2 \text{ (点 A の } x \text{ 座標)}$$

と求まる。これは ℓ_1 を通るから、 $y = \frac{37}{18}$ であり、このとき、 $y - x^2 = \frac{49}{36}$ である。よって、

$y - x^2$ の最大値は

$$y - x^2 = \frac{49}{36}$$

となる。また、 $y - x^2$ の最小値は点 B または点 C を通るときである。

点 B を通るとき、 $y - x^2 = -2$ であり、点 C を通るとき、 $y - x^2 = -9$ だから、

$y - x^2$ は点 $C(3, 0)$ において、最小値 -9 をとる。

〔Ⅲ〕

〔解答〕

ア	4	イ	3	ウ	2	エ	2	オ	3	カ	4	キ	3
ク	4	ケ	9	コ	4	サ	2	シ	4	ス	3	セ	0
ソ	2	タ	3										

〔解説〕

2 次方程式 $z^2 - tz + \frac{t}{3} = 0$ における判別式より, $t > 0$ を考慮すると,

$$D = t^2 - \frac{4}{3}t \geq 0 \quad \therefore t \geq \frac{4}{3} \quad \cdots \textcircled{1}$$

また, $|\overline{PR}|^2 + |\overline{QS}|^2 = x^2 + y^2 = (x+y)^2 - 2xy = t^2 - \frac{2}{3}t$ である。

ここで, $\overline{PQ} = \overline{a}$, $\overline{PS} = \overline{b}$ とおくと, $\overline{PR} = \overline{a} + \overline{b}$, $\overline{QS} = \overline{a} - \overline{b}$ と表せるから,

$$x^2 + y^2 = |\overline{a} + \overline{b}|^2 + |\overline{a} - \overline{b}|^2 = 2(|\overline{a}|^2 + |\overline{b}|^2)$$

$$\therefore |\overline{a}|^2 + |\overline{b}|^2 = \frac{1}{2}(x^2 + y^2) = \frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{3}t = \frac{1}{2}\left(t - \frac{1}{3}\right)^2 - \frac{1}{18}$$

よって, ①より, $|\overline{a}|^2 + |\overline{b}|^2$ は $t = \frac{4}{3}$ のとき最小値 $\frac{4}{9}$ をとる。

一方, $|\overline{PR}|^2 - |\overline{QS}|^2$ は, $\overline{PR} = \overline{a} + \overline{b}$, $\overline{QS} = \overline{a} - \overline{b}$ を代入すると,

$$|\overline{PR}|^2 - |\overline{QS}|^2 = |\overline{a} + \overline{b}|^2 - |\overline{a} - \overline{b}|^2 = 4\overline{a} \cdot \overline{b}$$

また,

$$\begin{aligned} |\overline{PR}|^2 - |\overline{QS}|^2 &= x^2 - y^2 = (x+y)(x-y) = (x+y)\sqrt{(x+y)^2 - 4xy} \\ &= t\sqrt{t^2 - \frac{4}{3}t} \end{aligned}$$

であるから,

$$\overline{a} \cdot \overline{b} = \frac{t}{4}\sqrt{t^2 - \frac{4}{3}t}$$

となる。 $\overline{a} \cdot \overline{b} = \frac{1}{4}\sqrt{t^4 - \frac{4}{3}t^3} = \frac{1}{4}\sqrt{t^3\left(t - \frac{4}{3}\right)}$ より, ①を考えると, $\overline{a} \cdot \overline{b}$ は $t = \frac{4}{3}$ のときに

最小値 0 をとる。 $t = \frac{4}{3}$ のとき, x の値は 2 次方程式 $z^2 - \frac{4}{3}z + \frac{4}{9} = 0$ の解だから,

$$\left(z - \frac{2}{3}\right)^2 = 0 \quad \therefore z = \frac{2}{3}$$

よって, $\overline{a} \cdot \overline{b}$ が最小となるとき, $x = \frac{2}{3}$

【IV】

【解答】

- (1)

ア

 5

イ

 2

ウ

 1
- (2)

エ

 6

オ

 3
- (3)

カ

 9
- (4)

キ

 9

ク

 1

ケ

 1

コ

 2

サ

 0

【解説】

- (1) 2 次方程式 $f(x)=0$ について、解と係数の関係より、

$$\begin{cases} \alpha + \beta = 2^p \\ \alpha\beta = 3 \cdot 2^q \end{cases} \quad \dots \textcircled{1}$$

である。したがって、

$$\begin{cases} 4\sqrt{2} = 2^p \\ 3 \cdot 2 = 3 \cdot 2^q \end{cases} \quad \therefore \begin{cases} p = \frac{5}{2} \\ q = 1 \end{cases}$$

となる。

- (2) $q=p-1, \beta=\alpha$ を①に代入すると、

$$\begin{cases} 2\alpha = 2^p & \dots \textcircled{2} \\ \alpha^2 = 3 \cdot 2^{p-1} & \dots \textcircled{3} \end{cases}$$

である。ここで③より、

$$2^p = \frac{2}{3}\alpha^2$$

であり、これを②に代入すると、

$$\begin{aligned} 2\alpha &= \frac{2}{3}\alpha^2 \\ \Leftrightarrow \frac{2}{3}\alpha(\alpha-3) &= 0 \end{aligned}$$

である。②より $\alpha > 0$ であるから、 $\alpha=3$ となる。

また、このとき、

$$\begin{aligned} 6 &= 2^p \\ \therefore p &= \log_2 6 \end{aligned}$$

となる。

- (3)
$$y = xf(x) = x^3 - 2^p x^2 + 3 \cdot 2^q x$$
$$y' = 3x^2 - 2 \cdot 2^p x + 3 \cdot 2^q$$

である。ここで、3 次方程式 $y = xf(x)$ が極値をもつためには 2 次方程式

$$3x^2 - 2 \cdot 2^p x + 3 \cdot 2^q = 0$$

が異なる 2 つの実数解をもてばよい。したがって、判別式を D とすると、

$$\begin{aligned} \frac{D}{4} &= 2^{2p} - 3 \cdot 3 \cdot 2^q > 0 \\ \Leftrightarrow 2^{2p-q} &> 9 \end{aligned}$$

であればよい。両辺正であるから、底 2 の対数をとると、

$$2p - q > \log_2 9$$

となる。

- (4)
$$S = \int_0^3 f(x) dx$$
$$= \int_0^3 (x^2 - 2^p x + 3 \cdot 2^q) dx$$
$$= \left[\frac{1}{3} x^3 - 2^{p-1} x^2 + 3 \cdot 2^q x \right]_0^3$$
$$= 9(1 - 2^{p-1} + 2^q)$$

となる。 $S=0$ とすると、

$$\begin{aligned} 1 - 2^{p-1} + 2^q &= 0 \\ \Leftrightarrow 2^{p-1} - 2^q &= 1 \end{aligned}$$

であるが、 $p-1, q$ は整数であるので、この等式が成り立つのは、

$$(2^{p-1}, 2^q) = (2, 1)$$

のときだけである。したがって、

$$p=2, q=0$$

となる。

〔V〕

〔解答〕

(1)

$$\boxed{\text{ア}} \quad 1 \quad \boxed{\text{イ}} \quad 9 \quad \boxed{\text{ウ}} \quad 3 \quad \boxed{\text{エ}} \quad 2$$

(2)

$$\boxed{\text{オ}} \quad 8 \quad \boxed{\text{カ}} \quad 3 \quad \boxed{\text{キ}} \quad 1$$

(3)

$$\boxed{\text{ク}} \quad 3 \quad \boxed{\text{ケ}} \quad 4$$

(4)

$$\boxed{\text{コ}} \quad 5 \quad \boxed{\text{サ}} \quad 7$$

(5)

$$\boxed{\text{シ}} \quad 2 \quad \boxed{\text{ス}} \quad 1 \quad \boxed{\text{セ}} \quad 2 \quad \boxed{\text{ソ}} \quad 2 \quad \boxed{\text{タ}} \quad 5 \quad \boxed{\text{チ}} \quad 3$$

〔解説〕

(1)

$$\begin{cases} n \text{ が偶数のとき, } a_n = a_{n-1} + 3 \\ n \text{ が奇数のとき, } a_n = a_{n-1} + n \end{cases}$$

であるから,

$$\begin{aligned} a_5 &= a_4 + 5 \\ &= (a_3 + 3) + 5 \\ &= (a_2 + 3) + 8 \\ &= (a_1 + 3) + 11 \\ &= 5 + 14 \\ &= 19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_8 &= a_7 + 3 \\ &= (a_6 + 7) + 3 \\ &= (a_5 + 3) + 10 \\ &= 19 + 13 \\ &= 32 \end{aligned}$$

となる。

(2)

$$\begin{aligned} a_n - a_{n-2} &= a_{2m-1} - a_{2m-3} \\ &= \{a_{2m-2} + (2m-1)\} - a_{2m-3} \\ &= \{(a_{2m-3} + 3) + (2m-1)\} - a_{2m-3} \\ &= 2m + 2 \end{aligned}$$

であるから,

$$\begin{aligned} a_n &= a_{2m-1} \\ &= a_{2m-3} + (2m+2) \\ &= a_{2m-5} + 2m + (2m+2) \\ &= \cdots \\ &= a_1 + 6 + 8 + \cdots + 2m + (2m+2) \\ &= 5 + 2\{3 + 4 + \cdots + (m+1)\} \\ &= 5 + 2 \cdot \frac{1}{2}(m-1)\{(m+1) + 3\} \\ &= m^2 + 3m + 1 \end{aligned}$$

となる。

(3)

$n = 2m$ のとき,

$$\begin{aligned} a_n &= a_{2m} \\ &= a_{2m-1} + 3 \\ &= (m^2 + 3m + 1) + 3 \\ &= m^2 + 3m + 4 \end{aligned}$$

となる。

(4)

(2), (3)の結果より

$$\begin{aligned} a_{56} &= a_{2 \cdot 28} = 28^2 + 3 \cdot 28 + 4 = 872 < 900 \\ a_{57} &= a_{2 \cdot 29 - 1} = 29^2 + 3 \cdot 29 + 1 = 929 > 900 \end{aligned}$$

であることが分かる。ここで、数列 $\{a_n\}$ は単調増加するので、

$$a_1 < a_2 < \cdots < a_{56} < 900 < a_{57} < \cdots$$

である。したがって、 $a_n \geq 900$ となるような n の最小値は、

$$n = 57$$

となる。

(5)

(2), (3)における数列 $\{a_n\}$ の式は $m = 1$ のときも成り立つ。したがって、

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{2m} a_n &= \sum_{k=1}^m (a_{2k-1} + a_{2k}) \\ &= \sum_{k=1}^m \{(k^2 + 3k + 1) + (k^2 + 3k + 4)\} \\ &= \sum_{k=1}^m (2k^2 + 6k + 5) \\ &= 2 \cdot \frac{1}{6} m(m+1)(2m+1) + 6 \cdot \frac{1}{2} m(m+1) + 5m \\ &= \frac{1}{3} m \{(m+1)(2m+1) + 9(m+1) + 15\} \\ &= \frac{2m^3 + 12m^2 + 25m}{3} \end{aligned}$$

となる。

〔Ⅵ〕

〔解答〕

(1)

$$\boxed{\text{ア}} \ 4 \ \boxed{\text{イ}} \ 5 \ \boxed{\text{ウ}} \ 9 \ \boxed{\text{エ}} \ 3 \ \boxed{\text{オ}} - \boxed{\text{カ}} \ 6$$

(2)

$$\begin{array}{ccccccc} \boxed{\text{キ}} & 0 & \boxed{\text{ク}} & - & \boxed{\text{ケ}} & 5 & \boxed{\text{コ}} & 6 & \boxed{\text{サ}} & 3 \\ \boxed{\text{シ}} & 5 & \boxed{\text{ス}} & 1 & \boxed{\text{セ}} & 2 & \boxed{\text{ソ}} & 6 & & \end{array}$$

(3)

$$\boxed{\text{タ}} \ 8 \ \boxed{\text{チ}} \ 3 \ \boxed{\text{ツ}} \ 3$$

〔解説〕

(1)

$$\begin{aligned} f'(x) &= 6x+1+\frac{1}{x+1} \\ &= \frac{(3x+2)(2x+1)}{x+1} \end{aligned}$$

であるから、増減表を書くと次のようになる。

x	-1	$\cdots$	$-\frac{2}{3}$	$\cdots$	$-\frac{1}{2}$	$\cdots$
$f'(x)$		$+$	0	$-$	0	$+$
$f(x)$		$\nearrow$	極大	$\searrow$	極小	$\nearrow$

増減表より、 $f(x)$ の極大値は、

$$\begin{aligned} f\left(-\frac{2}{3}\right) &= 3 \cdot \left(-\frac{2}{3}\right)^2 - \frac{2}{3} + \log\left(-\frac{2}{3}+1\right) \\ &= \frac{2}{3} - \log 3 \end{aligned}$$

となる。また、 C の変曲点の x 座標は、

$$\begin{aligned} f''(x) &= 6 - \frac{1}{(x+1)^2} = 0 \\ \Leftrightarrow (x+1)^2 &= \frac{1}{6} \\ \Leftrightarrow x+1 &= \pm \frac{\sqrt{6}}{6} \\ \therefore x &= -1 + \frac{\sqrt{6}}{6} \quad (\because x > -1) \end{aligned}$$

となる。

(2)

C の接線の傾きが 2 のとき、接点の x 座標は、

$$\begin{aligned} f'(x) &= 2 \\ \Leftrightarrow 6x+1+\frac{1}{x+1} &= 2 \\ \Leftrightarrow 6x-1+\frac{1}{x+1} &= 0 \\ \Leftrightarrow \frac{6x^2+5x}{x+1} &= 0 \\ \Leftrightarrow \frac{x(6x+5)}{x+1} &= 0 \\ \therefore x &= 0, -\frac{5}{6} \end{aligned}$$

である。接点の x 座標が 2 のとき、接線の方程式は、

$$y = 2(x-0) + f(0) = 2x$$

となり、接点の x 座標が $-\frac{5}{6}$ のとき、接線の方程式は、

$$\begin{aligned} y &= 2\left(x+\frac{5}{6}\right) + f\left(-\frac{5}{6}\right) \\ &= 2x + \frac{5}{3} + 3 \cdot \left(-\frac{5}{6}\right)^2 - \frac{5}{6} + \log\left(-\frac{5}{6}+1\right) \\ &= 2x + \frac{35}{12} - \log 6 \end{aligned}$$

となる。したがって、原点を通らない接線の y 切片は $\frac{35}{12} - \log 6$ である。

(3)

$$\begin{aligned} \int_0^2 f(x) dx &= \int_0^2 \{3x^2 + x + \log(x+1)\} dx \\ &= \left[x^3 + \frac{1}{2}x^2 + (x+1)\log(x+1) - x \right]_0^2 \\ &= 8 + 3\log 3 \end{aligned}$$

となる。

〔Ⅶ〕

〔解答〕

(1)

$$\boxed{\text{ア}} \text{ ⑩ } \boxed{\text{イ}} \text{ ④ } \boxed{\text{ウ}} \text{ ① } \boxed{\text{エ}} \text{ 1 } \boxed{\text{オ}} \text{ 2 }$$

(2)

$$\begin{array}{ccccccc} \boxed{\text{カ}} & 2 & \boxed{\text{キ}} & 6 & \boxed{\text{ク}} & 2 & \boxed{\text{ケ}} & 4 & \boxed{\text{コ}} & 3 & \boxed{\text{サ}} & \text{⑤} \\ \boxed{\text{シ}} & 2 & \boxed{\text{ス}} & 3 & \boxed{\text{セ}} & 3 & \boxed{\text{ソ}} & 3 & \boxed{\text{タ}} & 2 & \boxed{\text{チ}} & 6 \end{array}$$

〔解説〕

(1)

$$y=f(x)=\sqrt{12-3x^2} \quad (0 \leq x \leq 2)$$

とおくと、

$$f'(x)=\frac{\frac{1}{2}(-6x)}{\sqrt{12-3x^2}}=\frac{-3x}{\sqrt{12-3x^2}}$$

となる。ここで

$$f'(1)=-1, \quad f(1)=3$$

より点 P における C の接線 ℓ_1 は

$$y=-(x-1)+3=-x+4 \quad \cdots \cdots \boxed{\text{ア, イ}}$$

と求まる。また、点 P における法線は

$$y=(x-1)+3=x+2$$

となるから、 x 軸との交点は

$$(-2, 0) \quad \cdots \cdots \boxed{\text{ウ}}$$

である。

次に、 ℓ_1 、 ℓ_2 の x 軸の正の向きとのなす角を、それぞれ α_1, α_2 とすると

$$\tan \alpha_1 = f'(1) = -1, \quad \tan \alpha_2 = f'(\sqrt{3}) = -3$$

であるから

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \tan(\alpha_1 - \alpha_2) \\ &= \frac{\tan \alpha_1 - \tan \alpha_2}{1 + \tan \alpha_1 \tan \alpha_2} \\ &= \frac{(-1) - (-3)}{1 + (-1)(-3)} \\ &= \frac{1}{2} \quad \cdots \cdots \boxed{\text{エ, オ}} \end{aligned}$$

と求まる。

(2)

$$S = \int_1^2 \sqrt{12-3x^2} \, dx \quad \cdots \cdots \boxed{\text{カ}}$$

である。ここで、 $x=2\sin\theta$ とおくと、 $dx=2\cos\theta d\theta$ より

$$\begin{aligned} S &= \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{12-3(2\sin\theta)^2} \cdot 2\cos\theta d\theta \\ &= \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} 4\sqrt{3} \cos^2 \theta d\theta \quad \cdots \cdots \boxed{\text{キ} \sim \text{サ}} \\ &= \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} 4\sqrt{3} \left(\frac{\cos 2\theta + 1}{2} \right) d\theta \\ &= 2\sqrt{3} \left[\frac{\sin 2\theta}{2} + \theta \right]_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \\ &= \frac{2\sqrt{3}}{3} \pi - \frac{3}{2} \quad \cdots \cdots \boxed{\text{シ} \sim \text{タ}} \end{aligned}$$

である。また、 $y=\sqrt{12-3x^2}$ より $x^2=4-\frac{1}{3}y^2$ であるから、

D を y 軸のまわりに 1 回転してできる立体の体積は、

$$\begin{aligned} \int_0^3 \pi x^2 dy - \pi \cdot 1^2 \cdot 3 &= \pi \int_0^3 \left(4 - \frac{1}{3} y^2 \right) dy - 3\pi \\ &= \pi \left[4y - \frac{1}{9} y^3 \right]_0^3 - 3\pi \\ &= \pi(12-3) - 3\pi \\ &= 6\pi \quad \cdots \cdots \boxed{\text{チ}} \end{aligned}$$

となる。