# 第 1 問

〔解答〕

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 問 1 | ア | イ | ウ | エ | オ | カ | キ | ク | ケ | コ | サ | |
| | 1 | 0 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 | 9 | 2 | 4 | 3 | |
| 問 2 | シ | ス | セ | ソ | タ | チ | ツ | テ | | | | |
| | 4 | 9 | 2 | 9 | 2 | 9 | 4 | 9 | | | | |
| 問 3 | ト | ナ | ニ | ヌ | ネ | ノ | ハ | ヒ | フ | ヘ | ホ | マ |
| | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 |
| 問 4 | ミ | ム | メ | モ | ヤ | ユ | ヨ | ラ | リ | ル | | |
| | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 6 | 2 | 9 | | |

〔解説〕

問 1

1回目の操作の後，○が書かれている面が 2 つ，4 つ，6 つとなるのは，それぞれ1回目の操作で○が1回，2 回，3 回出るときである。よって，それらの確率は，

$$p_1 = {}_3\mathrm{C}_1\left(\frac{2}{6}\right)\left(\frac{4}{6}\right)^2 = \frac{4}{9}$$

$$q_1 = {}_3\mathrm{C}_2\left(\frac{2}{6}\right)^2\left(\frac{4}{6}\right) = \frac{2}{9}$$

$$r_1 = \left(\frac{2}{6}\right)^3 = \frac{1}{27}$$

となる。また，1回目の操作の後，○が書かれている面が1つもない確率は，

$$\left(\frac{4}{6}\right)^3 = \frac{8}{27}$$

である。次に，2 回目の操作の後，○が書かれている面が1つもないのは，2 回目の操作で○が1回も出ないときである。よって，その確率は，

$$p_1\cdot\left(\frac{4}{6}\right)^3 + q_1\cdot\left(\frac{2}{6}\right)^3 + \frac{8}{27} = \frac{106}{243}$$

となる。また，2 回目の操作の後，すべての面に○が書かれているのは，2 回目の操作で○が3回でるときである。よって，その確率は，

$$\begin{aligned} r_2 &= p_1\cdot\left(\frac{2}{6}\right)^3 + q_1\cdot\left(\frac{4}{6}\right)^3 + r_1 \\ &= \frac{29}{243} \end{aligned}$$

である。

問 2

$n+1$ 回目の操作の後，○が書かれている面が 2 つ，4 つとなるのは，それぞれ $n+1$ 回目の操作で○が1回のみ，2 回のみ出るときである。よって，それらの確率は，

$$\begin{aligned} p_{n+1} &= p_n\cdot{}_3\mathrm{C}_1\left(\frac{2}{6}\right)\left(\frac{4}{6}\right)^2 + q_n\cdot{}_3\mathrm{C}_1\left(\frac{4}{6}\right)\left(\frac{2}{6}\right)^2 \\ &= \frac{4}{9}p_n + \frac{2}{9}q_n \\ q_{n+1} &= p_n\cdot{}_3\mathrm{C}_1\left(\frac{2}{6}\right)^2\left(\frac{4}{6}\right) + q_n\cdot{}_3\mathrm{C}_1\left(\frac{4}{6}\right)^2\left(\frac{2}{6}\right) \\ &= \frac{2}{9}p_n + \frac{4}{9}q_n \end{aligned}$$

と表せる。

問 3

問 2 より，

$$\begin{aligned} p_{n+1} + q_{n+1} &= \left(\frac{4}{9}p_n + \frac{2}{9}q_n\right) + \left(\frac{2}{9}p_n + \frac{4}{9}q_n\right) \\ &= \frac{2}{3}(p_n + q_n) \\ p_{n+1} - q_{n+1} &= \left(\frac{4}{9}p_n + \frac{2}{9}q_n\right) - \left(\frac{2}{9}p_n + \frac{4}{9}q_n\right) \\ &= \frac{2}{9}(p_n - q_n) \end{aligned}$$

が成立する。よって，数列 $\{p_n + q_n\}$ は初項 $p_1 + q_1 = \frac{2}{3}$，公比 $\frac{2}{3}$ の等比数列であり，数列 $\{p_n - q_n\}$ は初項 $p_1 - q_1 = \frac{2}{9}$，公比 $\frac{2}{9}$ の等比数列であるから，

$$\begin{cases} p_n + q_n = \left(\frac{2}{3}\right)^n \\ p_n - q_n = \left(\frac{2}{9}\right)^n \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} p_n = \frac{1}{2}\left\{\left(\frac{2}{3}\right)^n + \left(\frac{2}{9}\right)^n\right\} \\ q_n = \frac{1}{2}\left\{\left(\frac{2}{3}\right)^n - \left(\frac{2}{9}\right)^n\right\} \end{cases}$$

となる。

問 4

$n+1$ 回目の操作の後，○が書かれている面が 6 つとなるのは，$n+1$ 回目の操作で○が 3 回出るときであるから，

$$\begin{aligned} r_{n+1} &= p_n\cdot\left(\frac{2}{6}\right)^3 + q_n\cdot\left(\frac{4}{6}\right)^3 + r_n \\ &= \frac{1}{27}p_n + \frac{8}{27}q_n + r_n \end{aligned}$$

となる。よって，問 3 の結果と合わせると，

$$\begin{aligned} r_{n+1} &= \frac{1}{27}\cdot\frac{1}{2}\left\{\left(\frac{2}{3}\right)^n + \left(\frac{2}{9}\right)^n\right\} + \frac{8}{27}\cdot\frac{1}{2}\left\{\left(\frac{2}{3}\right)^n - \left(\frac{2}{9}\right)^n\right\} + r_n \\ &= r_n + \frac{1}{6}\left(\frac{2}{3}\right)^n - \frac{7}{54}\left(\frac{2}{9}\right)^n \end{aligned}$$

が成立する。よって，$n \geqq 2$ のとき，

$$\begin{aligned} r_n &= r_1 + \sum_{k=1}^{n-1}\left\{\frac{1}{6}\left(\frac{2}{3}\right)^k - \frac{7}{54}\left(\frac{2}{9}\right)^k\right\} \\ &= \frac{1}{27} + \frac{1}{6}\cdot\frac{\frac{2}{3}\left\{1-\left(\frac{2}{3}\right)^{n-1}\right\}}{1-\frac{2}{3}} - \frac{7}{54}\cdot\frac{\frac{2}{9}\left\{1-\left(\frac{2}{9}\right)^{n-1}\right\}}{1-\frac{2}{9}} \\ &= \frac{1}{27} + \frac{1}{3}\left\{1-\left(\frac{2}{3}\right)^{n-1}\right\} - \frac{1}{27}\left\{1-\left(\frac{2}{9}\right)^{n-1}\right\} \\ &= \frac{1}{3} - \frac{1}{2}\left(\frac{2}{3}\right)^n + \frac{1}{6}\left(\frac{2}{9}\right)^n \end{aligned}$$

となる。また，

$$\begin{aligned} r_1 &= \frac{1}{27} \\ &= \frac{1}{3} - \frac{1}{2}\cdot\frac{2}{3} + \frac{1}{6}\cdot\frac{2}{9} \end{aligned}$$

より，この式は $n=1$ のときも成立する。したがって，

$$r_n = \frac{1}{3} - \frac{1}{2}\left(\frac{2}{3}\right)^n + \frac{1}{6}\left(\frac{2}{9}\right)^n$$

となる。

# 第 2 問

〔解答〕

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 問 1 | ア | イ | ウ | エ | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| 問 2 | オ | カ | | | | | | |
| | 1 | 3 | | | | | | |
| 問 3 | キ | ク | ケ | コ | サ | シ | ス | セ |
| | 1 | 2 | 6 | 6 | 1 | 2 | 6 | 6 |
| 問 4 | ソ | タ | チ | ツ | テ | | | |
| | 1 | 6 | 6 | 1 | 8 | | | |

〔解説〕

問 1

$\triangle\mathrm{OAB}$ は $\mathrm{OA}=\mathrm{OB}=\mathrm{AB}=1$ の正三角形であるから，$\angle\mathrm{AOB}=\dfrac{\pi}{3}$ となり，

$$\begin{aligned}\vec{a}\cdot\vec{b}&=|\vec{a}||\vec{b}|\cos\angle\mathrm{AOB}\\&=1\cdot1\cdot\cos\frac{\pi}{3}\\&=\frac{1}{2}\end{aligned}$$

と計算できる。また，$\triangle\mathrm{OAB}$ の面積を $S$ とおくと，

$$\begin{aligned}S&=\frac{1}{2}\cdot\mathrm{OA}\cdot\mathrm{OB}\cdot\sin\angle\mathrm{AOB}\\&=\frac{1}{2}\cdot1\cdot1\cdot\sin\frac{\pi}{3}\\&=\frac{\sqrt{3}}{4}\end{aligned}$$

となる。

問 2

直線 BK 上の点 P について，実数 $t$ を用いて，

$$\begin{aligned}\overrightarrow{\mathrm{OP}}&=\overrightarrow{\mathrm{OB}}+t\overrightarrow{\mathrm{BK}}\\&=\vec{b}+t\overrightarrow{\mathrm{BK}}\end{aligned}$$

とおける。また，$\mathrm{BK}\perp\mathrm{OC}$ であるから，$\overrightarrow{\mathrm{BK}}\cdot\vec{c}=0$ が成立する。よって，

$$\begin{aligned}\overrightarrow{\mathrm{OP}}\cdot\vec{c}&=\left(\vec{b}+t\overrightarrow{\mathrm{BK}}\right)\cdot\vec{c}\\&=\vec{b}\cdot\vec{c}+t\overrightarrow{\mathrm{BK}}\cdot\vec{c}\\&=\vec{b}\cdot\vec{c}\\&=\frac{|\vec{b}|^2+|\vec{c}|^2-|\vec{b}-\vec{c}|^2}{2}\\&=\frac{\mathrm{OB}^2+\mathrm{OC}^2-\mathrm{BC}^2}{2}\\&=\frac{1^2+1^2-\left(\frac{2\sqrt{3}}{3}\right)^2}{2}\\&=\frac{1}{3}\end{aligned}$$

となる。

問 3

問 2 より，$\vec{b}\cdot\vec{c}=\dfrac{1}{3}$ であるから，

$$\begin{aligned}\cos\angle\mathrm{BOC}&=\frac{\vec{b}\cdot\vec{c}}{|\vec{b}||\vec{c}|}\\&=\vec{b}\cdot\vec{c}\\&=\frac{1}{3}\end{aligned}$$

であり，$\cos\angle\mathrm{BOC}>0$ であるから，$0<\angle\mathrm{BOC}<\dfrac{\pi}{2}$ である。また，

$$\begin{aligned}\sin\angle\mathrm{BOC}&=\sqrt{1-\cos^2\angle\mathrm{BOC}}\\&=\sqrt{1-\left(\frac{1}{3}\right)^2}\\&=\frac{2\sqrt{2}}{3}\end{aligned}$$

である。このとき，4 点 O, A, B, C が同一平面上にないことから，$\angle\mathrm{COA}$ のとり得る値の範囲は，

$$\begin{aligned}&|\angle\mathrm{AOB}-\angle\mathrm{BOC}|<\angle\mathrm{COA}<\angle\mathrm{AOB}+\angle\mathrm{BOC}\\&\Leftrightarrow\left|\frac{\pi}{3}-\angle\mathrm{BOC}\right|<\angle\mathrm{COA}<\frac{\pi}{3}+\angle\mathrm{BOC}\end{aligned}$$

となり，また，

$$\begin{aligned}\cos\left|\frac{\pi}{3}\pm\angle\mathrm{BOC}\right|&=\cos\left(\frac{\pi}{3}\pm\angle\mathrm{BOC}\right)\\&=\cos\frac{\pi}{3}\cos\angle\mathrm{BOC}\mp\sin\frac{\pi}{3}\sin\angle\mathrm{BOC}\\&=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}\mp\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3}\\&=\frac{1\mp2\sqrt{6}}{6}\ \text{(複号同順)}\end{aligned}$$

である。ここで，

$$\begin{aligned}\vec{c}\cdot\vec{a}&=1\cdot1\cdot\cos\angle\mathrm{COA}\\&=\cos\angle\mathrm{COA}\end{aligned}$$

であり，$0<\angle\mathrm{BOC}<\dfrac{\pi}{2}$ より，

$$0<\left|\frac{\pi}{3}\pm\angle\mathrm{BOC}\right|<\pi$$

であるから，$\vec{c}\cdot\vec{a}$ のとり得る値の範囲は，

$$\begin{aligned}&\cos\left(\frac{\pi}{3}+\angle\mathrm{BOC}\right)<\cos\angle\mathrm{COA}<\cos\left|\frac{\pi}{3}-\angle\mathrm{BOC}\right|\\&\therefore\frac{1-2\sqrt{6}}{6}<\vec{c}\cdot\vec{a}<\frac{1+2\sqrt{6}}{6}\end{aligned}$$

と求められる。

問 4

C から平面 OAB に下ろした垂線の足を H とすると，四面体 OABC の体積は $\dfrac{1}{3}S\cdot\mathrm{CH}$ で表される。ここで，C から直線 OB に下ろした垂線の足を I とすると，

$$\begin{aligned}\mathrm{CI}&=\mathrm{OC}\sin\angle\mathrm{BOC}\\&=\frac{2\sqrt{2}}{3}\end{aligned}$$

であり，$\triangle\mathrm{CHI}$ において三平方の定理より，

$$\mathrm{CI}^2=\mathrm{CH}^2+\mathrm{IH}^2$$

であるから，

$$\begin{aligned}&\mathrm{CI}^2\geqq\mathrm{CH}^2\\&\therefore\mathrm{CH}\leqq\frac{2\sqrt{2}}{3}\end{aligned}$$

が成立する。等号が成立するのは H と I が一致するときである。また，

$$\begin{aligned}\mathrm{OI}&=\mathrm{OC}\cos\angle\mathrm{BOC}\\&=\frac{1}{3}\end{aligned}$$

であるから，$\overrightarrow{\mathrm{OI}}=\dfrac{1}{3}\vec{b}$ と表せる。H と I が一致するとき，$\mathrm{CI}\perp$(平面 OAB)が成立し，$\mathrm{CI}\perp\mathrm{OA}$ が成立するから，

$$\begin{aligned}&\overrightarrow{\mathrm{CI}}\cdot\overrightarrow{\mathrm{OA}}=0\\&\Leftrightarrow\left(\frac{1}{3}\vec{b}-\vec{c}\right)\cdot\vec{a}=0\\&\Leftrightarrow\vec{c}\cdot\vec{a}=\frac{1}{3}\vec{a}\cdot\vec{b}\\&\therefore\vec{c}\cdot\vec{a}=\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{2}=\frac{1}{6}\end{aligned}$$

である。このとき，四面体 OABC の体積は最大値

$$\begin{aligned}\frac{1}{3}S\cdot\mathrm{CI}&=\frac{1}{3}\cdot\frac{\sqrt{3}}{4}\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3}\\&=\frac{\sqrt{6}}{18}\end{aligned}$$

をとる。

# 第 3 問

〔解答〕

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 問 1 | ア | イ | ウ | | | | | |
| | 4 | − | 3 | | | | | |
| 問 2 | エ | オ | カ | キ | ク | ケ | コ | サ |
| | 3 | 6 | 2 | 6 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| 問 3 | シ | ス | セ | ソ | タ | | | |
| | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | | | |
| 問 4 | チ | ツ | テ | ト | | | | |
| | 6 | 3 | 2 | 3 | | | | |

〔解説〕

問 1

点 $\mathrm{P}(x, y)$ とすると，2 点 $\mathrm{F}_1, \mathrm{F}_2$ からの距離の差が $2\sqrt{3}$ であるから，

$$\left|\sqrt{\left(x-\sqrt{2}\right)^2+\left(y-\sqrt{2}\right)^2}-\sqrt{\left(x+\sqrt{2}\right)^2+\left(y+\sqrt{2}\right)^2}\right|=2\sqrt{3}$$
$$\Leftrightarrow \sqrt{\left(x-\sqrt{2}\right)^2+\left(y-\sqrt{2}\right)^2}=\sqrt{\left(x+\sqrt{2}\right)^2+\left(y+\sqrt{2}\right)^2}\pm 2\sqrt{3}$$

となる。両辺を 2 乗して，

$$\left(x-\sqrt{2}\right)^2+\left(y-\sqrt{2}\right)^2=\left(x+\sqrt{2}\right)^2+\left(y+\sqrt{2}\right)^2\pm 4\sqrt{3}\sqrt{\left(x+\sqrt{2}\right)^2+\left(y+\sqrt{2}\right)^2}+12$$
$$\Leftrightarrow \sqrt{2}(x+y)+3=\pm\sqrt{3}\sqrt{\left(x+\sqrt{2}\right)^2+\left(y+\sqrt{2}\right)^2}$$

となる。$C$ の方程式は，さらに両辺を 2 乗して，

$$2\left(x^2+2xy+y^2\right)+6\sqrt{2}(x+y)+9=3\left\{\left(x+\sqrt{2}\right)^2+\left(y+\sqrt{2}\right)^2\right\}$$
$$\Leftrightarrow x^2-4xy+y^2=-3$$

となる。

問 2

$C: x^2-4xy+y^2=-3$ と $l: x+y=2\sqrt{6}$ の共有点の $x$ 座標は，2 式を連立して，

$$2x^2-4\sqrt{6}x+9=0$$
$$\Leftrightarrow \left(2x-\sqrt{6}\right)\left(2x-3\sqrt{6}\right)=0$$
$$\therefore x=\frac{\sqrt{6}}{2}, \frac{3\sqrt{6}}{2}$$

と求められる。よって，点 A の $x$ 座標は，$\frac{3\sqrt{6}}{2}$ となり，$y$ 座標は $x+y=2\sqrt{6}$ に代入して，$\frac{\sqrt{6}}{2}$ となる。よって，$\mathrm{A}\left(\frac{3\sqrt{6}}{2}, \frac{\sqrt{6}}{2}\right)$ となる。また，

$$\left(\frac{3\sqrt{6}}{2}+\frac{\sqrt{6}}{2}i\right)\left(\cos\frac{\pi}{4}+i\sin\frac{\pi}{4}\right)=\left(\frac{3\sqrt{6}}{2}+\frac{\sqrt{6}}{2}i\right)\left(\frac{\sqrt{2}}{2}+\frac{\sqrt{2}}{2}i\right)$$
$$=\sqrt{3}+2\sqrt{3}i$$

となるから，点 A を原点を中心として反時計回りに $\frac{\pi}{4}$ 回転させて点の座標は，$\left(\sqrt{3}, 2\sqrt{3}\right)$ となる。

問 3

$$\frac{1}{\left(1-x^2\right)^2}=\left\{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{1+x}+\frac{1}{1-x}\right)\right\}^2$$
$$=\frac{1}{4}\left\{\frac{1}{(1+x)^2}+\frac{1}{(1-x)^2}+\frac{2}{(1+x)(1-x)}\right\}$$
$$=\frac{1}{4}\left\{\frac{1}{(1+x)^2}+\frac{1}{(1-x)^2}+\frac{1}{1+x}+\frac{1}{1-x}\right\}$$

となるから，

$$\int_0^{\frac{\sqrt{3}}{2}}\frac{1}{\left(1-x^2\right)^2}dx=\int_0^{\frac{\sqrt{3}}{2}}\frac{1}{4}\left\{\frac{1}{(1+x)^2}+\frac{1}{(1-x)^2}+\frac{1}{1+x}+\frac{1}{1-x}\right\}dx$$
$$=\frac{1}{4}\left[-\frac{1}{1+x}+\frac{1}{1-x}+\log\left|\frac{1+x}{1-x}\right|\right]_0^{\frac{\sqrt{3}}{2}}$$
$$=\frac{1}{4}\left\{-2\left(2-\sqrt{3}\right)+2\left(2+\sqrt{3}\right)+\log\frac{2+\sqrt{3}}{2-\sqrt{3}}\right\}$$
$$=\sqrt{3}+\frac{1}{2}\log\left(2+\sqrt{3}\right)$$

となる。

問 4

$C$ 上の点 $(x, y)$ を原点を中心として反時計回りに $\frac{\pi}{4}$ 回転させた点の座標を $(X, Y)$ とすると，

$$X+Yi=(x+yi)\left(\cos\frac{\pi}{4}+i\sin\frac{\pi}{4}\right)$$
$$=\left(\frac{\sqrt{2}}{2}x-\frac{\sqrt{2}}{2}y\right)+\left(\frac{\sqrt{2}}{2}x+\frac{\sqrt{2}}{2}y\right)i$$

となり，

$$\begin{cases} X=\frac{\sqrt{2}}{2}x-\frac{\sqrt{2}}{2}y \\ Y=\frac{\sqrt{2}}{2}x+\frac{\sqrt{2}}{2}y \end{cases}$$
$$\Leftrightarrow \begin{cases} x=\frac{\sqrt{2}}{2}(X+Y) \\ y=\frac{\sqrt{2}}{2}(Y-X) \end{cases}$$

となる。これを $C: x^2-4xy+y^2=-3$ に代入すると，

$$\left\{\frac{\sqrt{2}}{2}(X+Y)\right\}^2-4\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}(X+Y)\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}(Y-X)+\left\{\frac{\sqrt{2}}{2}(Y-X)\right\}^2=-3$$
$$\Leftrightarrow 3X^2-Y^2=-3$$

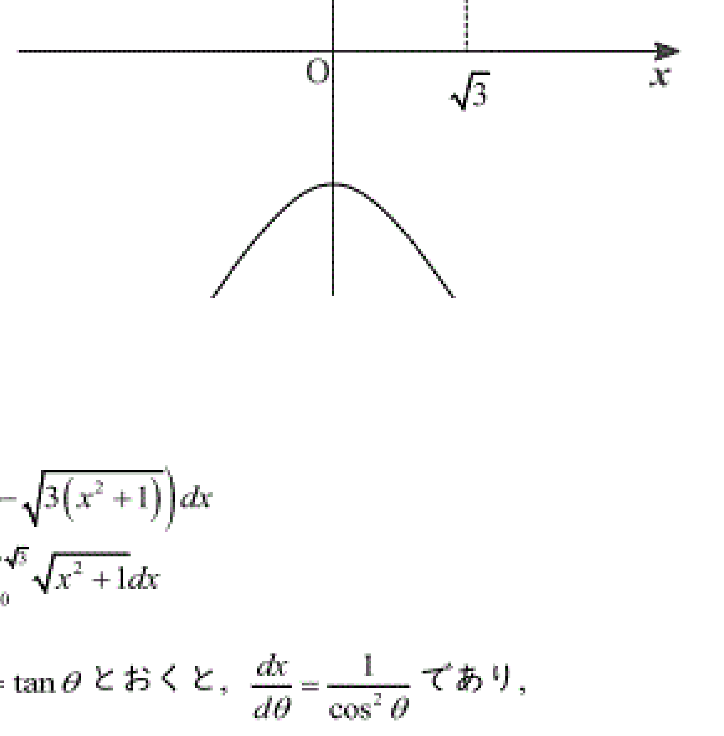
となる。また，$l: x+y=2\sqrt{6}$ に代入すると，

$$\frac{\sqrt{2}}{2}(X+Y)+\frac{\sqrt{2}}{2}(Y-X)=2\sqrt{6}$$
$$\Leftrightarrow Y=2\sqrt{3}$$

となる。したがって，

$$C': 3x^2-y^2=-3$$
$$l': y=2\sqrt{3}$$

とおくと，$C'$ と $l'$ はそれぞれ $C$ と $l$ を反時計回りに $\frac{\pi}{4}$ 回転させた曲線であるから，$C$ と $l$ で囲まれる図形の面積 $S$ は $C'$ と $l'$ で囲まれる面積と等しい。問 2 より，$C'$ と $l'$ の交点の座標は $\left(\sqrt{3}, 2\sqrt{3}\right)$ となる。$y>0$ において $C': y=\sqrt{3\left(x^2+1\right)}$ と表されるから，求める面積 $S$ は，下図の斜線部の面積と等しい。




したがって，

$$S=\int_{-\sqrt{3}}^{\sqrt{3}}\left(2\sqrt{3}-\sqrt{3\left(x^2+1\right)}\right)dx$$
$$=12-2\sqrt{3}\int_0^{\sqrt{3}}\sqrt{x^2+1}dx$$

となる。ここで，$x=\tan\theta$ とおくと，$\frac{dx}{d\theta}=\frac{1}{\cos^2\theta}$ であり，

$$S=12-2\sqrt{3}\int_0^{\frac{\pi}{3}}\left(\frac{1}{\cos\theta}\cdot\frac{1}{\cos^2\theta}\right)d\theta$$
$$=12-2\sqrt{3}\int_0^{\frac{\pi}{3}}\frac{\cos\theta}{\left(1-\sin^2\theta\right)^2}d\theta$$

| $x$ | $0$ | $\to$ | $\sqrt{3}$ |
|---|---|---|---|
| $\theta$ | $0$ | $\to$ | $\frac{\pi}{3}$ |

となる。さらに $t=\sin\theta$ とおくと，$\frac{dt}{d\theta}=\cos\theta$ であり，問 3 の結果より，

$$S=12-2\sqrt{3}\int_0^{\frac{\sqrt{3}}{2}}\frac{1}{\left(1-t^2\right)^2}dt$$
$$=12-2\sqrt{3}\left\{\sqrt{3}+\frac{1}{2}\log\left(2+\sqrt{3}\right)\right\}$$
$$=6-\sqrt{3}\log\left(2+\sqrt{3}\right)$$

| $\theta$ | $0$ | $\to$ | $\frac{\pi}{3}$ |
|---|---|---|---|
| $t$ | $0$ | $\to$ | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ |

と計算できる。