

極限①

1 【無限数列の収束・発散】

次の数列の極限值を調べよ。

(1) $-1, \frac{1}{2}, -\frac{1}{3}, \dots, \frac{(-1)^n}{n}$ $\underline{0}$

(2) $\cos \pi, \cos 3\pi, \cos 5\pi, \dots, \cos(2n-1)\pi, \dots$ $\underline{-1}$

2

次の極限を求めよ。

(1) $\lim_{n \rightarrow \infty} (2n^3 - n^2)$
 $= \underline{\infty}$

(2) $\lim_{n \rightarrow \infty} (n - 3n^2)$
 $= \underline{-\infty}$

(3) $\lim_{n \rightarrow \infty} (2n - n^3)$
 $= \underline{-\infty}$

(4) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n+1}{3n-2}$
 $= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2 + \frac{1}{n}}{3 - \frac{2}{n}} = \underline{\frac{2}{3}}$

(5) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{4n-1}{n^2+3}$
 $= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\frac{4}{n} - \frac{1}{n^2}}{1 + \frac{3}{n^2}} = \underline{0}$

(6) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2-2n}{2n+1}$
 $= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n-2}{2 + \frac{1}{n}} = \underline{\infty}$

3

次の極限を求めよ。

$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{4+7+10+\dots+(3n+1)}{5+8+11+\dots+(3n+2)}$
 ← 初4, 公差3の等差数列の和
 ← 初5, 公差3の等差数列の和

分子 $= \frac{n}{2} \{8 + (n-1) \cdot 3\} = \frac{n}{2} (3n+5)$

分母 $= \frac{n}{2} \{10 + (n-1) \cdot 3\} = \frac{n}{2} (3n+7)$

$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3n+5}{3n+7} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3 + \frac{5}{n}}{3 + \frac{7}{n}}$
 $= \underline{1}$

4

次の極限を求めよ。

(1) $\lim_{n \rightarrow \infty} (\sqrt{n+2} - \sqrt{n})$
 $= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(\sqrt{n+2} - \sqrt{n})(\sqrt{n+2} + \sqrt{n})}{\sqrt{n+2} + \sqrt{n}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2}{\sqrt{n+2} + \sqrt{n}}$
 $= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2}{\sqrt{n+2} + \sqrt{n}} = \underline{0}$

(2) $\lim_{n \rightarrow \infty} (\sqrt{n^2-n} - n)$
 $= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(\sqrt{n^2-n} - n)(\sqrt{n^2-n} + n)}{\sqrt{n^2-n} + n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{-n}{\sqrt{n^2-n} + n}$
 $= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{-1}{\sqrt{1-\frac{1}{n}} + 1} = \underline{-\frac{1}{2}}$

5 【はさみうちの定理】

θ を定数とするとき、次の極限値を求めよ。

(1) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \cos \frac{n\theta}{6}$
 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0$
 $-1 \leq \cos \theta \leq 1$
 $-1 \leq \cos \frac{n\theta}{6} \leq 1$
 $-\frac{1}{n} \leq \frac{1}{n} \cos \frac{n\theta}{6} \leq \frac{1}{n}$
 $\therefore \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \cos \frac{n\theta}{6} = \underline{0}$

(2) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sin^2 n\theta}{n^2+1}$
 $-1 \leq \sin \theta \leq 1$
 $0 \leq \sin^2 n\theta \leq 1$
 $0 \leq \frac{\sin^2 n\theta}{n^2+1} \leq \frac{1}{n^2+1}$
 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2+1} = 0$
 $\therefore \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sin^2 n\theta}{n^2+1} = \underline{0}$

6 【無限等比数列】

第 n 項が次の式で表される数列の極限を調べよ。

(1) $(\sqrt{3})^n$ $\underline{\infty}$ (2) $(\frac{2}{3})^n$ $\underline{0}$
 (3) $(-\frac{4}{3})^n$ $\underline{\text{発散}}$ (4) $2(\frac{1}{\sqrt{2}})^{n-1}$ $\underline{0}$

7

数列 $\{(x^2+2x)^n\}$ が収束するような x の値の範囲を求めよ。また、そのときの極限値を求めよ。

$-1 < x^2+2x \leq 1$ $x^2+2x-1=0$
 $-1 < x^2+2x$ $x^2+2x \leq 1$ $x = -1 \pm \sqrt{n+1}$
 $x^2+2x+1 > 0$ $x^2+2x-1 \leq 0$ $= -1 \pm \sqrt{2}$
 $(x+1)^2 > 0$ $-1-\sqrt{2} \leq x \leq -1+\sqrt{2}$ ②
 $x = -1$ 以外の ①② より
 すべての実数 x ① $-1-\sqrt{2} \leq x < -1$
 $-1 < x \leq -1+\sqrt{2}$

8

次の極限を求めよ。

(1) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{5^n - 2^n}{5^n + 2^n}$
 $= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1 + (\frac{2}{5})^n}{1 + (\frac{2}{5})^n} = \underline{1}$

(2) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{4^n - 2^n}{3^n}$
 $= \lim_{n \rightarrow \infty} \left\{ \left(\frac{4}{3}\right)^n - \left(\frac{2}{3}\right)^n \right\} = \underline{\infty}$

(3) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^{n+1}}{3^n - 2^n}$
 $= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2 \cdot (\frac{2}{3})^n}{1 - (\frac{2}{3})^n} = \underline{0}$

(4) $\lim_{n \rightarrow \infty} (5^n - 4^n)$
 $= \lim_{n \rightarrow \infty} 5^n \left\{ 1 - \left(\frac{4}{5}\right)^n \right\} = \underline{\infty}$

9

数列 $\left\{ \frac{1-r^n}{1+r^n} \right\}$ の極限を、次の各場合について求めよ。

- (1) $r > 1$ (2) $r = 1$

$$\frac{\frac{1}{r^n} - 1}{\frac{1}{r^n} + 1} \xrightarrow{\infty} \frac{-1}{1} = -1 \neq \frac{0}{1}$$

- (3) $|r| < 1$ (4) $r < -1$

$$\frac{1}{r^n} \xrightarrow{\infty} 0 \neq \frac{1}{1} \quad \frac{\frac{1}{r^n} - 1}{\frac{1}{r^n} + 1} \xrightarrow{\infty} \frac{-1}{1} = -1 \neq$$

10

次の条件によって定まる数列 $\{a_n\}$ の極限值を求めよ。

$$a_1 = 1, a_{n+1} = \frac{-1}{3}a_n + 1 \quad (n=1, 2, 3, \dots)$$

$$a_{n+1} - \frac{3}{4} = -\frac{1}{3} \left(a_n - \frac{3}{4} \right) \quad x = -\frac{1}{3}x + 1 \quad x = \frac{3}{4}$$

$$a_n - \frac{3}{4} \text{ は初 } a_1 - \frac{3}{4} = 1 - \frac{3}{4} = \frac{1}{4} \text{ の等比数列}$$

公比 $-\frac{1}{3}$

$$a_n - \frac{3}{4} = \frac{1}{4} \left(-\frac{1}{3} \right)^{n-1}$$

$$a_n = \frac{1}{4} \left(-\frac{1}{3} \right)^{n-1} + \frac{3}{4} \xrightarrow{\infty} \frac{3}{4}$$

11 【無限級数】

次のような無限級数の収束、発散を調べ、収束するときはその和を求めよ。

(1) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n(n+2)} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+2} \right)$

$$S_n = \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{3} \right) + \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \right) + \dots + \left(\frac{1}{n-1} - \frac{1}{n+1} \right) + \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+2} \right) \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{2} - \frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2} \right)$$

$$\xrightarrow{\infty} \frac{3}{4}$$

(2) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2n+1} + \sqrt{2n-1}} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{2n+1} - \sqrt{2n-1}}{(\sqrt{2n+1} + \sqrt{2n-1})(\sqrt{2n+1} - \sqrt{2n-1})}$

$$= \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} (\sqrt{2n+1} - \sqrt{2n-1})$$

$$S_n = (\sqrt{3} - 1) + (\sqrt{5} - \sqrt{3}) + \dots + (\sqrt{2n-1} - \sqrt{2n-3}) + (\sqrt{2n+1} - \sqrt{2n-1})$$

$$\xrightarrow{\infty} \infty \quad \therefore \text{発散}$$

12 【無限等比級数】

次のような無限等比級数の収束、発散を調べ、収束するときはその和を求めよ。

- (1) 初項 1, 公比 $\frac{1}{2}$ (2) 初項 $\sqrt{2}$, 公比 $\sqrt{2}$

$$\frac{1}{1 - \frac{1}{2}} = \frac{2}{1} = 2$$

~~発散~~

- (3) $1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{9} - \dots$

初 1 公比 $-\frac{1}{3}$

$$\frac{1}{1 - \left(-\frac{1}{3} \right)} = \frac{3}{2}$$

- (5) $(\sqrt{2}+1) + 1 + (\sqrt{2}-1) + \dots$

初 $\sqrt{2}+1$ 公比 $\sqrt{2}-1$

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

13

次の無限等比級数が収束するような x の値の範囲を求めよ。

- (1) $1 + (2-x) + (2-x)^2 + \dots$

$$|2-x| < 1 \quad -3 < -x < -1$$

$$-1 < 2-x < 1 \quad 1 < x < 3$$

- (2) $x + x(2-x) + x(2-x)^2 + \dots$

$x=0$ かつ $0=0$ 収束

$$|2-x| < 1 \quad -3 < -x < -1 \quad \therefore$$

$$-1 < 2-x < 1 \quad 1 < x < 3 \quad x=0, 1 < x < 3$$

14

座標平面上で、点 P が原点 O から正の向きに 1 だけ進み、そこから負の向きに $\frac{1}{2^2}$ 、そこから正の向きに $\frac{1}{2^4}$ 、そこから負の向きに $\frac{1}{2^6}$ と進む。以下、このような運動を限りなく続けるとき、点 P の

極限の位置の座標を求めよ。

$$1, 1 - \frac{1}{2^2}, 1 - \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^4}, 1 - \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^4} - \frac{1}{2^6} \dots$$

$$\frac{1}{1 + \frac{1}{4}} = \frac{4}{5}$$

15

次の循環小数を分数で表せ。

(1) $0.\dot{6}$
 $= 0.66666 \dots$
 $= 0.6 + 0.06 + 0.006 + \dots$
 初 0.6 公比 0.1

$$\frac{0.6}{1 - 0.1} = \frac{0.6}{0.9} = \frac{2}{3}$$

(2) $0.2\dot{3}4$
 $0.2343434 \dots$
 $= 0.2 + 0.034 + 0.0034 + \dots$
 初 0.034 公比 0.01

$$= 0.2 + \frac{0.034}{1 - 0.01}$$

$$= 0.2 + \frac{0.034}{0.99}$$

$$= \frac{1}{5} + \frac{34}{990} = \frac{116}{495}$$

(3) 0.4702

$$\begin{aligned}
 0.4702 &= 0.4 + \frac{0.0702 + 0.0000702}{1 - 0.001} \\
 &= 0.4 + \frac{0.0702}{0.999} \quad \begin{matrix} \text{初 } 0.0702 \\ \text{Att } 0.001 \end{matrix} \\
 &= \frac{4}{10} + \frac{0.0702}{0.999} \\
 &= \frac{4}{10} + \frac{702}{9990} \\
 &= \frac{3996}{9990} + \frac{702}{9990} \\
 &= \frac{4698}{9990} \\
 &= \frac{87}{185} \quad \#
 \end{aligned}$$

16

次の無限級数の和を求めよ。

(1) $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{4^n} + \frac{2}{3^n} \right)$

$$\begin{aligned}
 &= \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \left(\frac{1}{4} \right)^n + 2 \left(\frac{1}{3} \right)^n \right\} \\
 &= \frac{\frac{1}{4}}{1 - \frac{1}{4}} + 2 \cdot \frac{\frac{1}{3}}{1 - \frac{1}{3}} = \frac{1}{3} + 1 = \frac{4}{3} \quad \#
 \end{aligned}$$

(2) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n - 3^n}{4^n}$

$$\begin{aligned}
 &= \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \left(\frac{1}{2} \right)^n - \left(\frac{3}{4} \right)^n \right\} \\
 &= \frac{\frac{1}{2}}{1 - \frac{1}{2}} - \frac{\frac{3}{4}}{1 - \frac{3}{4}} = 1 - 3 = -2 \quad \#
 \end{aligned}$$

17

次の無限級数は発散することを示せ。

$$\frac{1}{3} + \frac{3}{6} + \frac{5}{9} + \frac{7}{12} + \dots + \frac{2n-1}{3n} + \dots$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n \text{ が収束} \rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0$$

対偶をとると

$$\lim_{n \rightarrow \infty} a_n \neq 0 \rightarrow \sum_{n=1}^{\infty} a_n \text{ は発散}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n-1}{3n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2 - \frac{1}{n}}{3} = \frac{2}{3} \quad \therefore \text{発散} \quad \#$$

18 【 $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ の値】

次の極限を求めよ。(4)の a は 0 でない定数とする。

(1) $\lim_{x \rightarrow 1} (2x^2 - 3x - 1)$

$$= -2 \quad \#$$

(2) $\lim_{x \rightarrow -2} (x-3)(x+2)$

$$= 0 \quad \#$$

(3) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 - 1}{x^2 - 3x + 2}$

$$\begin{aligned}
 &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x-1)(x^2+x+1)}{(x-2)(x-1)} \\
 &= \frac{3}{-1} = -3 \quad \#
 \end{aligned}$$

(5) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{x+3} - 2}{x-1}$

$$\begin{aligned}
 &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(\sqrt{x+3} - 2)(\sqrt{x+3} + 2)}{(x-1)(\sqrt{x+3} + 2)} \\
 &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{1}{\sqrt{x+3} + 2} = \frac{1}{4} \quad \#
 \end{aligned}$$

(4) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{a+x} \right)$

$$\begin{aligned}
 &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} \left(\frac{x}{a(a+x)} \right) \\
 &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{a(a+x)} = \frac{1}{a^2} \quad \#
 \end{aligned}$$

(6) $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{x-4}{\sqrt{x}-2}$

$$\begin{aligned}
 &= \lim_{x \rightarrow 4} \frac{(x-4)(\sqrt{x}+2)}{(\sqrt{x}-2)(\sqrt{x}+2)} \\
 &= \lim_{x \rightarrow 4} \sqrt{x} + 2 \\
 &= 4 \quad \#
 \end{aligned}$$

19 【極限と係数決定】

次の等式が成り立つように、定数 a, b の値を求めよ。

(1) $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{a\sqrt{x} + b}{x-2} = -1$

$$\begin{aligned}
 \lim_{x \rightarrow 2} (a\sqrt{x} + b) &= 0 \quad \# \\
 \Rightarrow a + b &= 0 \\
 b &= -\sqrt{2}a
 \end{aligned}$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{a\sqrt{x} - \sqrt{2}a}{x-2}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{a(\sqrt{x} - \sqrt{2})}{(\sqrt{x} - \sqrt{2})(\sqrt{x} + \sqrt{2})}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{a}{\sqrt{x} + \sqrt{2}}$$

$$= \frac{a}{2\sqrt{2}} = -1$$

$$\underline{a = -2\sqrt{2} \quad b = 4} \quad \#$$

(2) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{a\sqrt{x+4} + b}{x} = 1$

$$\begin{aligned}
 \lim_{x \rightarrow 0} (a\sqrt{x+4} + b) &= 0 \quad \# \\
 \Rightarrow a + b &= 0 \\
 b &= -2a
 \end{aligned}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{a\sqrt{x+4} - 2a}{x}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{a(\sqrt{x+4} - 2)(\sqrt{x+4} + 2)}{x(\sqrt{x+4} + 2)}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{a}{\sqrt{x+4} + 2}$$

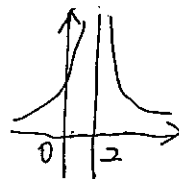
$$= \frac{a}{4} = 1 \quad \underline{a = 4, b = -8} \quad \#$$

20 【極限が有限でない場合】

次の極限を求めよ。

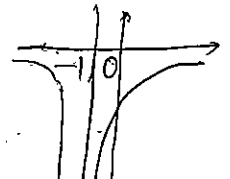
(1) $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{1}{(x-2)^2}$

$$= \infty \quad \#$$



(2) $\lim_{x \rightarrow -1} \left\{ -\frac{1}{(x+1)^2} \right\}$

$$= -\infty \quad \#$$



極限④

21 【片側からの極限】

次の極限を求めよ。

(1) $\lim_{x \rightarrow +0} \frac{|x|}{x} \quad x > 0$

$$= \lim_{x \rightarrow +0} \frac{x}{x} = 1 //$$

(2) $\lim_{x \rightarrow -0} \frac{|x|}{x} \quad x < 0$

$$= \lim_{x \rightarrow -0} \frac{-x}{x} = -1 //$$

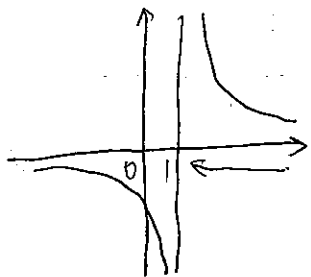
(3) $\lim_{x \rightarrow 1+0} \frac{x^2-1}{|x-1|} \quad x > 1, x-1 > 0$

$$= \lim_{x \rightarrow 1+0} \frac{(x-1)(x+1)}{x-1} = \lim_{x \rightarrow 1+0} (x+1) = 2 //$$

(4) $\lim_{x \rightarrow 1-0} \frac{x^2-1}{|x-1|} \quad x < 1, x-1 < 0$

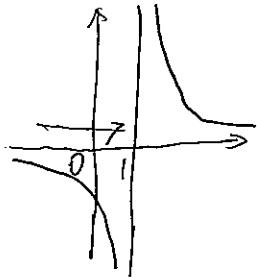
$$= \lim_{x \rightarrow 1-0} \frac{(x-1)(x+1)}{-(x-1)} = \lim_{x \rightarrow 1-0} -(x+1) = -2 //$$

(5) $\lim_{x \rightarrow 1+0} \frac{1}{x-1}$



$\infty //$

(6) $\lim_{x \rightarrow 1-0} \frac{1}{x-1}$



$-\infty //$

22 【 $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$ の値】

次の極限を求めよ。

(1) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x^2}$

$= 0 //$

(2) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{1-x^2}$

$= 0 //$

(3) $\lim_{x \rightarrow \infty} (x^2 - 2x)$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} x^2 \left(1 - \frac{2}{x}\right) = \infty //$$

(4) $\lim_{x \rightarrow -\infty} (x^2 + 3x)$

$$= \lim_{x \rightarrow -\infty} x^2 \left(1 + \frac{3}{x}\right) = \infty //$$

23 【分関数の極限】

次の極限を求めよ。

(1) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x-1}{4x+3}$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2 - \frac{1}{x}}{4 + \frac{3}{x}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} //$$

(2) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5x^2+4}{2x^2-3x+1}$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5 + \frac{4}{x^2}}{2 - \frac{3}{x} + \frac{1}{x^2}} = \frac{5}{2} //$$

(3) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4-x^2}{3x+2}$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\frac{4}{x} - x}{3 + \frac{2}{x}} = -\infty //$$

(4) $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{3-2x}{x^2-4x+1}$

$$= \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\frac{3}{x^2} - \frac{2}{x}}{1 - \frac{4}{x} + \frac{1}{x^2}} = 0 //$$

24 【無理関数の極限】

次の極限を求めよ。

(1) $\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x^2+2x} - x)$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(\sqrt{x^2+2x} - x)(\sqrt{x^2+2x} + x)}{\sqrt{x^2+2x} + x}$$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x}{\sqrt{x^2+2x} + x}$$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2}{\sqrt{1+\frac{2}{x}} + 1} = \frac{1}{2} //$$

(2) $\lim_{x \rightarrow -\infty} (\sqrt{4x^2+2x} + 2x)$

$x = -t \quad t > 0$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (\sqrt{4t^2-2t} - 2t)$$

$$= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{(\sqrt{4t^2-2t} - 2t)(\sqrt{4t^2-2t} + 2t)}{\sqrt{4t^2-2t} + 2t}$$

$$= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{-2t}{\sqrt{4t^2-2t} + 2t}$$

$$= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{-2}{\sqrt{4-\frac{2}{t}} + 2}$$

$$= \frac{-2}{\sqrt{4+2}} = \frac{-2}{\sqrt{6}} = -\frac{1}{\sqrt{3}} //$$

25 【指数・対数関数の極限】

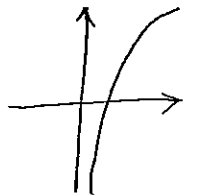
次の極限を求めよ。

(1) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{3}\right)^x$

$= 0 //$

(2) $\lim_{x \rightarrow \infty} \log_2 x$

$= \infty //$



(3) $\lim_{x \rightarrow +0} \log_{0.5} x$

$= \infty //$



(4) $\lim_{x \rightarrow \infty} 2^{-3x}$

$= 0 //$

(5) $\lim_{x \rightarrow \infty} 2^{-2x}$

$= 0 //$

(6) $\lim_{x \rightarrow \infty} \log_2 \frac{4x-1}{x+2}$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \log_2 \frac{4 - \frac{1}{x}}{1 + \frac{2}{x}}$$

$= 2 //$

26 【三角関数の極限】

次の極限を求めよ。

(1) $\lim_{x \rightarrow \infty} \sin \frac{1}{x}$

$= 0 //$

(2) $\lim_{x \rightarrow \infty} \cos \frac{1}{x}$

$= 1 //$

(3) $\lim_{x \rightarrow \pi} \tan x$

$= 0 //$

27

次の極限値を求めよ。

(1) $\lim_{x \rightarrow 0} x \cos \frac{1}{x}$

$$0 \leq \left| \cos \frac{1}{x} \right| \leq 1$$

$$0 \leq |x| \left| \cos \frac{1}{x} \right| \leq |x|$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} |x| = 0$$

$$\therefore \lim_{x \rightarrow 0} \left| x \cos \frac{1}{x} \right| = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} x \cos \frac{1}{x} = 0$$

(3) $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\cos x}{x}$

$$-1 \leq \cos x \leq 1$$

$$(x \rightarrow -\infty \text{ とき } x < 0)$$

$$-\frac{1}{x} \leq \frac{\cos x}{x} \leq \frac{1}{x}$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} -\frac{1}{x} = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{1}{x} = 0$$

$$\therefore \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\cos x}{x} = 0$$

(2) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin x}{x}$

$$-1 \leq \sin x \leq 1$$

$$(x \rightarrow \infty \text{ とき } x > 0)$$

$$-\frac{1}{x} \leq \frac{\sin x}{x} \leq \frac{1}{x}$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} -\frac{1}{x} = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x} = 0$$

$$\therefore \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin x}{x} = 0$$

28

次の極限値を求めよ。

(1) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x}{3x}$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x}{2x} \cdot \frac{2x}{3x}$$

$$= \frac{2}{3}$$

(2) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan x}{x}$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} \cdot \frac{1}{\cos x}$$

$$= 1$$

(3) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x}{\sin 5x}$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x}{3x} \cdot \frac{5x}{\sin 5x} \cdot \frac{3x}{5x}$$

$$= \frac{3}{5}$$

(4) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos x}{x^2}$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(1 - \cos x)(1 + \cos x)}{x^2(1 + \cos x)}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^2 x}{x^2} \cdot \frac{1}{1 + \cos x}$$

$$= \frac{1}{2}$$

(5) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x \sin x}{\cos x - 1}$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x \sin x (\cos x + 1)}{(\cos x - 1)(\cos x + 1)}$$

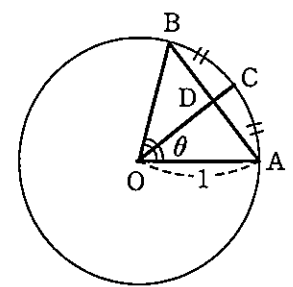
$$= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x \sin x (\cos x + 1)}{\cos^2 x - 1}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x \sin x (\cos x + 1)}{-\sin^2 x}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 0} -(\cos x + 1) = -2$$

29

半径1の円Oの周上に中心角θラジアン(θ>0)の弧ABをとり、弧ABを2等分する点をCとする。また、線分OCと弦ABの交点をDとする。弧ABの長さをABで表すとき、極限 $\lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{CD}{AB^2}$ を求めよ。



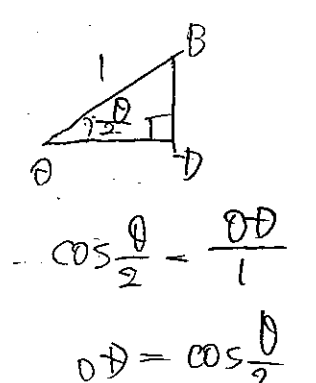
$$AB = 2 \times 1 \times \frac{\theta}{2} = \theta$$

$$CD = OC - OD = 1 - \cos \frac{\theta}{2}$$

$$\lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{1 - \cos \frac{\theta}{2}}{\theta^2}$$

$$= \lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{1 - \cos^2 \frac{\theta}{2}}{\theta^2 (1 + \cos \frac{\theta}{2})}$$

$$= \lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{\sin^2 \frac{\theta}{2}}{(\frac{\theta}{2})^2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{1 + \cos \frac{\theta}{2}} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$



30 【関数の連続性】

次の関数 f(x) が、x=0 で連続であるか不連続であるかを調べよ。

(1) f(x) = x[x]

$$\lim_{x \rightarrow 0} x[x] = 0 \cdot 0 = 0 \quad f(0) = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} x[x] = 0 \cdot (-1) = 0 \quad \lim_{x \rightarrow 0} x[x] = f(0) \therefore \text{連続}$$

(2) f(x) = (x+1)[x]

$$\lim_{x \rightarrow 0} (x+1)[x] = (0+1) \cdot 0 = 0 \quad \lim_{x \rightarrow 0} (x+1)[x] \neq \lim_{x \rightarrow 0} (x+1)[x]$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} (x+1)[x] = (0+1) \cdot (-1) = -1 \therefore \text{不連続}$$

(3) f(x) = sqrt(x) (x >= 0)

$$\lim_{x \rightarrow 0} \sqrt{x} = 0 \quad \lim_{x \rightarrow 0} \sqrt{x} = f(0)$$

$$f(0) = 0 \therefore \text{連続}$$

31 【区間における連続】

次の関数が連続である区間を求めよ。

(1) f(x) = sqrt(1-x)

$$1-x \geq 0$$

$$x \leq 1$$

$$(-\infty, 1]$$

(2) f(x) = (x+1)/(x^2-3x+2)

$$= \frac{x+1}{(x-2)(x-1)}$$

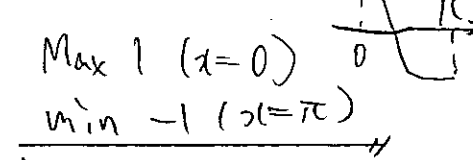
$$x \neq 1, 2$$

$$(-\infty, 1), (1, 2), (2, \infty)$$

32 【区間における連続】

次の区間における関数 f(x) = cos x の最大値、最小値について調べよ。

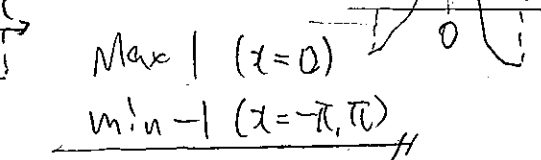
(1) [0, pi]



$$\text{Max } 1 (x=0)$$

$$\text{Min } -1 (x=\pi)$$

(2) [-pi, pi]



$$\text{Max } 1 (x=0)$$

$$\text{Min } -1 (x=-\pi, \pi)$$

33 【区間における連続】

次の方程式は、() 内の範囲に少なくとも1つの実数解をもつことを示せ。

(1) x - cos x = 0 (0 < x < pi)

$$f(x) = x - \cos x$$

$$f(0) = -1 < 0$$

$$f(\pi) = \pi + 1 > 0$$

よって、連続である。

(2) 2^x - 3x = 0 (3 < x < 4)

$$f(x) = 2^x - 3x$$

$$f(3) = 8 - 9 = -1 < 0$$

$$f(4) = 16 - 12 = 4 > 0$$

よって、連続である。