

微分法の応用①

1 【接線の方程式】

次の曲線上の点 A における接線の方程式を求めよ。

$$(1) \ y = \frac{4}{x}, \ A(-1, -4)$$

傾き

$$f'(x) = -\frac{4}{x^2}$$

$$f'(-1) = -4$$

$$(2) \ y = \tan x, \ A(0, 0)$$

傾き

$$f'(x) = \frac{1}{\cos^2 x}$$

$$f'(0) = 1$$

2

曲線 $y = e^x$ について、次のような接線の方程式を求めよ。

(1) 傾きが 1 である

$$\text{接点 } (a, e^a)$$

$$\text{接点 } (0, 1)$$

傾き

$$f'(x) = e^x$$

$$f'(a) = e^a = 1 \quad \therefore a = 0$$

(2) 点 (1, 0) を通る

$$\text{接点 } (a, e^a)$$

$(1, 0)$ を通る

$$-e^a = e^a(1-a)$$

$$e^a(2-a) = 0$$

$$a = 2$$

接線

$$y = e^a + e^a(x-a)$$

$$\therefore y = e^2(x-2) + e^2$$

$$\underline{\underline{y = e^2x - e^2}}$$

3

次の曲線上の点 A における接線の方程式を求めよ。

$$(1) \ \text{椭円 } \frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{8} = 1, \ A(-1, 2)$$

$$x + \frac{dy}{dx} \cdot \frac{y}{4} = 0$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{4x}{y}$$

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

接点 $(-1, 2)$ における

接線の傾きは

$$\frac{4}{2} = 2$$

$$(2) \ \text{双曲線 } x^2 - y^2 = 1, \ A(\sqrt{2}, -1)$$

$$2x - \frac{dy}{dx} \cdot 2y = 0$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{x}{y}$$

$$f > 2$$

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

接点 $(\sqrt{2}, -1)$ における

接線の傾きは

$$-\sqrt{2}$$

4 【法線の方程式】

次の曲線上の点 A における法線の方程式を求めよ。

$$(1) \ y = \frac{2}{x}, \ A(1, 2)$$

傾き

$$f'(x) = -\frac{2}{x^2}$$

$$f'(1) = -2$$

$$\therefore \frac{1}{2}$$

法線

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

$$\underline{\underline{y = \frac{1}{2}x + \frac{3}{2}}}$$

$$(2) \ y = \sin x, \ A\left(\frac{\pi}{6}, \frac{1}{2}\right)$$

傾き

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

$$f'\left(\frac{\pi}{6}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\therefore -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

法線

$$y - \frac{1}{2} = -\frac{2}{\sqrt{3}}\left(x - \frac{\pi}{6}\right)$$

$$\underline{\underline{y = -\frac{2}{\sqrt{3}}x + \frac{\pi}{3\sqrt{3}} + \frac{1}{2}}}$$

5 【共通接線】

2つの曲線 $y = ax^2 + b$, $y = \log x$ が、点 A(e, 1) を共有し、かつ点 A で共通な接線をもつように、定数 a, b の値を定めよ。

A(e, 1) は $f(x)$ 上にあり

$$1 = ae^2 + b$$

$$a = 1 - ae^2 \quad \text{--- ①}$$

$$1. \ f(x) = ax^2 + 1 - ae^2$$

$$g(x) = \log x$$

傾き

$$f'(x) = 2ax$$

傾き

$$g'(x) = \frac{1}{x}$$

$$f'(e) = 2ae$$

$$g'(e) = \frac{1}{e}$$

$$\therefore 2ae = \frac{1}{e}$$

$$2a = \frac{1}{e^2}$$

$$a = \frac{1}{2e^2}$$

④ 代入

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

∴ 2.

$$a = \frac{1}{2e^2}, \theta = \frac{1}{2}$$

6 【平均値の定理】

次の場合に、平均値の定理における c の値を求めよ。

$$f(x) = x^3, a = -1, b = 2$$

$$\frac{f(2) - f(-1)}{2 - (-1)} = f'(c) \quad (-1 < c < 2)$$

$$\frac{8 + 1}{3} = 3c^2$$

$$c^2 = 1$$

$$\therefore c = 1$$

微分法の応用②

7

平均値の定理を用いて、次のことを証明せよ。

$$a < b \text{ のとき } e^a < \frac{e^b - e^a}{b-a} < e^b$$

$$f(x) = e^x \quad x \in \mathbb{R}$$

$[a, b] \ni$ 平均値の定理より

$$\frac{f(b) - f(a)}{b-a} = f'(c)$$

$$f'(x) = e^x \quad x \in \mathbb{R}$$

$$e^a < e^c < e^b$$

$$\frac{e^b - e^a}{b-a} = e^c \quad (a < c < b)$$

ゆえに

$$e^a < \frac{e^b - e^a}{b-a} < e^b$$

8 【関数の増減】

次の関数の増減を調べよ。

$$(1) f(x) = x - e^x$$

$$f'(x) = 1 - e^x$$

$$f'(x) = 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

$$e^x = 1$$

$$x = 0$$

x	0	...
f'	+	-
f	-	↓

$x \leq 0 \quad \text{で増加}$
 $0 \leq x \quad \text{で減少}$

$$(2) f(x) = x - \log x \quad (x > 0)$$

$$f'(x) = 1 - \frac{1}{x}$$

$$f'(x) = 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

$$\frac{1}{x} = 1$$

$$x = 1$$

x	0	...	1	...
f'	-	0	+	...
f	↓	1	↑	↓

$0 < x \leq 1 \quad \text{で減少}$
 $1 \leq x \quad \text{で増加}$

$$(3) f(x) = x + \sin x \quad (0 \leq x \leq \pi)$$

$$f'(x) = 1 + \cos x$$

$$f'(x) = 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

$$\cos x = -1$$

$$x = \pi$$

x	0	...	π
f'	+	-	0
f	0	↓	π

単調増加

9 【関数の極大と極小】

次の関数の極値を求めよ。

$$(1) f(x) = x^2 e^{-x}$$

$$f'(x) = 2x e^{-x} - x^2 e^{-x}$$

$$f'(x) = 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

$$e^{-x}(2x - x^2) = 0$$

$$e^{-x} x(2 - x) = 0$$

$$x = 0, 2$$

x	0	...	2	...
f'	-	0	+	0
f	0	↑	4	↓

極小値 $0 \quad (x=0)$
 極大値 $\frac{4}{e^2} \quad (x=2)$

$$(2) f(x) = x \log x \quad (x > 0)$$

$$f'(x) = \log x + 1$$

$$f'(x) = 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

$$\log x = -1$$

$$x = \frac{1}{e}$$

x	0	...	$\frac{1}{e}$...
f'	-	0	+	...
f	↓	↓	$\frac{1}{e}$	↑

極小値 $-\frac{1}{e} \quad (x=\frac{1}{e})$

$$(3) f(x) = x + \frac{2}{x} \quad (x \neq 0)$$

$$f'(x) = 1 - \frac{2}{x^2}$$

$$f'(x) = 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

x	...	$-\sqrt{2}$	0	...	$\sqrt{2}$...
f'	+	0	-	-	0	+
f	↓	$-\sqrt{2}$	↓	↓	$\sqrt{2}$	↑

$$x = \pm \sqrt{2}$$

極大値 $-\sqrt{2} \quad (x=-\sqrt{2})$

極小値 $\sqrt{2} \quad (x=\sqrt{2})$

10

次の関数の極値を求めよ。

$$(1) f(x) = |x|(x+1)$$

$$i) x > 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

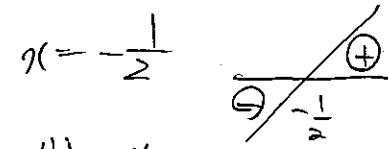
$$f(x) = x(x+1)$$

$$= x^2 + x$$

$$f'(x) = 2x + 1$$

$$f'(x) = 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

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



$$ii) x < 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

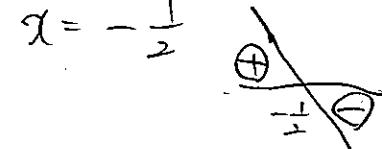
$$f(x) = -x(x+1)$$

$$= -x^2 - x$$

$$f'(x) = -2x - 1$$

$$f'(x) = 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

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



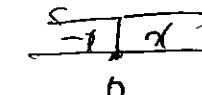
i), ii) ±1/2

x	...	$-\frac{1}{2}$	0	...
f'	+	0	-	+
f	$\frac{1}{4}$	↓	1	↑

極大値 $\frac{1}{4} \quad (x=-\frac{1}{2})$

極小値 $1 \quad (x=0)$

$$(2) f(x) = |x|\sqrt{x+2}$$



$$i) x > 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

$$f(x) = x\sqrt{x+2}$$

$$f'(x) = \sqrt{x+2} + \frac{x}{2\sqrt{x+2}}$$

$$= \frac{3x+4}{2\sqrt{x+2}} \quad (x \neq -2)$$

$$ii) x < 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

$$f(x) = -x\sqrt{x+2}$$

$$f'(x) = -\sqrt{x+2} - \frac{x}{2\sqrt{x+2}}$$

$$= \frac{-3x-4}{2\sqrt{x+2}} \quad (x \neq -2)$$

$$f'(x) = 0 \quad x \in \mathbb{R}$$

$$x = -\frac{4}{3}$$

$$x = -\frac{4}{3}$$

$$ii) i) \pm 1/2$$

$$f'(x) = -\frac{4}{3}\sqrt{x+2}$$

$$= \frac{4\sqrt{6}}{9} \quad (x = -\frac{4}{3})$$

極大値 $\frac{4\sqrt{3}}{9} \quad (x = \frac{4}{3})$

極小値 $0 \quad (x = 0)$

微分法の応用③

11

関数 $f(x) = x + \frac{a}{x}$ が $x=1$ で極値をとるよう定数 a の値を定めよ。また、このとき、関数 $f(x)$

の極値を求めよ。

$$f'(x) = 1 - \frac{a}{x^2} \quad (x \neq 0)$$

x	...	1	...	f'
f'	+	0	-	
f	↑	↓	↓	↑

$$f'(1) = 0$$

$$1 - a = 0 \quad a = 1$$

逆に

$$f(x) = x + \frac{1}{x}$$

$$f'(x) = 1 - \frac{1}{x^2}$$

$$f'(x) = 0 \quad a \in \mathbb{R}$$

$$x = \pm 1$$

x	...	-1	0	...	1	...
f'	+	0	-	-	0	+
f	↑	↓	↓	↓	↑	↑

極大値 $-2 \quad (x=-1)$
極小値 $2 \quad (x=1)$

12 関数の最大と最小】

次の関数の最大値、最小値を求めよ。

$$(1) y = (1 + \cos x) \sin x \quad (0 \leq x \leq 2\pi)$$

$$\begin{aligned} f(x) &= (-\sin x) \sin x + (1 + \cos x) \cos x \\ &= -\sin^2 x + \cos x + \cos^2 x \\ &= 2 \cos^2 x + \cos x - 1 \end{aligned}$$

$$\textcircled{④} \quad \textcircled{④}$$

$$\textcircled{④} \quad \textcircled{④}$$

$$f'(x) = 0 \quad a \in \mathbb{R}$$

$$(2 \cos x - 1)(\cos x + 1) = 0$$

$$\cos x = -1, \frac{1}{2}$$

$$x = \frac{\pi}{3}, \pi, \frac{5}{3}\pi$$

$$\max \frac{3\sqrt{3}}{4} \quad (x = \frac{\pi}{3})$$

$$\min -\frac{3\sqrt{3}}{4} \quad (x = \frac{5}{3}\pi)$$

x	0	...	$\frac{\pi}{3}$...	π	...	$\frac{5}{3}\pi$...	2π
f'	+	0	-	0	-	0	+		
f	0	↑	$\frac{3\sqrt{3}}{4}$	↓	0	↓	$-\frac{3\sqrt{3}}{4}$	↑	0

$$(2) y = \frac{4-3x}{x^2+1} \quad (1 \leq x \leq 4)$$

$$f'(x) = \frac{-3(x^2+1) - (4-3x) \cdot 2x}{(x^2+1)^2}$$

$$\textcircled{-\frac{1}{3}} \quad \textcircled{④} \quad \textcircled{④}$$

$$f'(x) = 0 \quad a \in \mathbb{R}$$

$$-3x^2 - 3 - 8x + 6x^2 = 0$$

$$3x^2 - 8x - 3 = 0$$

$$(3x+1)(x-3) = 0$$

$$x = -\frac{1}{3}, 3$$

x	1	...	3	...	4
f'	+	-	+		
f	↑	↓	-\frac{1}{2}	↑	$-\frac{8}{17}$

$$f(4) = -\frac{8}{17}$$

$$\max \frac{1}{2} \quad (x=1)$$

$$\min -\frac{1}{2} \quad (x=3)$$

13 【関数のグラフ】

次の関数の凹凸を調べよ。また、変曲点があればその座標を求めよ。

$$(1) y = x^4 + 2x^3 + 1$$

$$f'(x) = 4x^3 + 6x^2$$

$$f''(x) = 12x^2 + 12x$$

$$f''(x) = 0 \quad a \in \mathbb{R}$$

$$x(x+1) = 0$$

$$x = 0, -1$$

変曲点

$$(-1, 0) \quad (0, 1)$$

$$(2) y = xe^{-x}$$

$$\begin{aligned} f(x) &= e^{-x} - xe^{-x} \\ &= e^{-x}(1-x) \end{aligned}$$

$$f''(x) = -e^{-x}(1-x) - e^{-x}$$

$$= -e^{-x}(2-x)$$

x	...	2	...
f''	-	0	+
f	V	$\frac{2}{e^2}$	A

変曲点

$$\left(2, \frac{2}{e^2}\right)$$

$$(3) y = x - \cos x \quad (0 < x < \pi)$$

$$f'(x) = 1 + \sin x$$

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

$$f''(x) = 0 \quad a \in \mathbb{R}$$

$$\cos x = \frac{1}{2}\pi$$

x	0	...	$\frac{1}{2}\pi$...	π
f''	+	0	-		
f	A	$\frac{1}{2}\pi$	V		

変曲点

$$\left(\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right)$$

$$(4) y = -x^4 + 4x^3 - 6x^2 + 4x$$

$$f'(x) = -4x^3 + 12x^2 - 12x + 4$$

$$f''(x) = -12x^2 + 24x - 12$$

$$f''(x) = 0 \quad a \in \mathbb{R}$$

$$x^2 - 2x + 1 = 0$$

$$(x-1)^2 = 0$$

$$x = 1 \quad (\text{重解})$$



x	...	1	...
f''	-	0	-
f	V		

変曲点 V

微分法の応用④

14

関数 $y = e^{-2x^2}$ の増減、グラフの凹凸、漸近線を調べて、グラフの概形をかけ。

$$\begin{aligned} f'(x) &= (-2x^2)' e^{-2x^2} \\ &= -4x e^{-2x^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f'(x) &= 0 \quad x \neq 0 \\ x &= 0 \end{aligned}$$

$$f''(x) = -4e^{-2x^2} - 4x(-2x^2)e^{-2x^2}$$

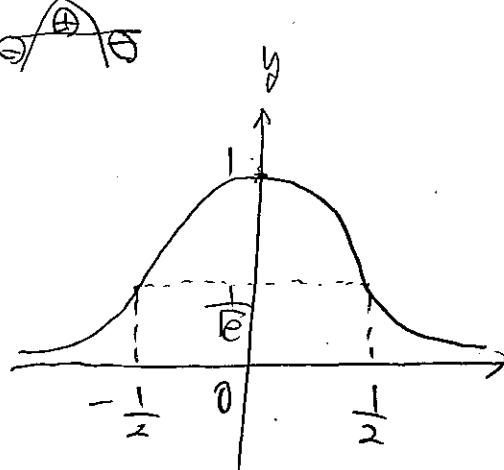
$$= -4e^{-2x^2} + 16x^2e^{-2x^2}$$

$$= -4e^{-2x^2}(1-4x^2)$$

$$f''(x) = 0 \quad x \in \mathbb{Z}$$

$$4x^2 - 1 = 0$$

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



15

関数 $y = \frac{x^2-x+2}{x+1}$ のグラフの概形をかけ。

$$f(x) = \frac{4}{x+1} + x - 2 \quad (x \neq -1)$$

減少傾き

$$\begin{cases} x = -1 \\ y = x - 2 \end{cases}$$

$$\textcircled{1} \textcircled{2} \textcircled{3} \textcircled{4}$$

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

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

$$f'(x) = 0$$

$$(x+3)(x-1) = 0$$

$$x = -3, 1$$

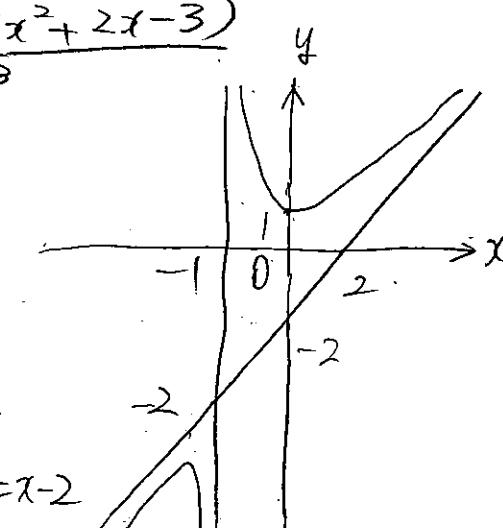
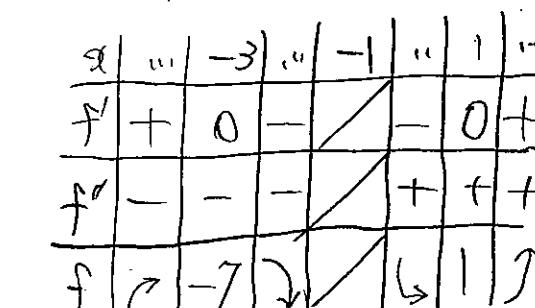
$$f''(x) = \frac{(2x+2)(x+1)^2 - (x^2+2x-3)2(x+1)}{(x+1)^4}$$

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

$$= \frac{8}{(x+1)^3}$$

$$f(-3) = -2 - 3 - 2 = -7$$

$$f(1) = 1$$



16

次の関数の極値を、第2次導関数を利用して求めよ。

$$(1) f(x) = x^4 - 6x^2 + 5$$

$$f'(x) = 4x^3 - 12x$$

$$f'(x) = 0 \quad x = \pm \sqrt{3}$$

$$x^3 - 3x = 0$$

$$x(x^2 - 3) = 0$$

$$x = -\sqrt{3}, 0, \sqrt{3}$$

$$f(\pm\sqrt{3}) = 9 - 18 + 5 = -4$$

$$f(0) = 5$$

$$f''(x) = 12x^2 - 12$$

$$f'(-\sqrt{3}) > 0$$

 極大値 5 ($x = 0$)

$$f'(0) < 0$$

 極小値 -4 ($x = \pm\sqrt{3}$)

$$f''(\sqrt{3}) > 0$$

$$(2) f(x) = x + 2\sin x \quad (0 \leq x \leq 2\pi)$$

$$f'(x) = 1 + 2\cos x$$

$$f'(x) = 0 \quad x \in \mathbb{Z}$$

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

$$x = \frac{2}{3}\pi, \frac{4}{3}\pi$$

$$f\left(\frac{2}{3}\pi\right) = \frac{2}{3}\pi + 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$= \frac{2}{3}\pi + \sqrt{3}$$

$$f''(x) = -2\sin x$$

$$f\left(\frac{4}{3}\pi\right) = \frac{4}{3}\pi + 2 \cdot \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$f''\left(\frac{2}{3}\pi\right) < 0$$

$$= \frac{4}{3}\pi - \sqrt{3}$$

$$f''\left(\frac{4}{3}\pi\right) > 0 \quad \text{極大値} \quad \frac{2}{3}\pi - \sqrt{3} \quad (x = \frac{2}{3}\pi)$$

$$\text{極小値} \quad \frac{4}{3}\pi - \sqrt{3} \quad (x = \frac{4}{3}\pi)$$

17 不等式の証明

$x > 0$ のとき、次の不等式を証明せよ。

$$(1) \log(x+1) < x$$

$$f(x) = x - \log(x+1) \quad f(x) \text{は単調増加} \quad f'(x) > 0$$

$$f'(x) = 1 - \frac{1}{x+1} \quad \min = f(0) = 0$$

$$= \frac{x}{x+1} > 0 \quad x > 0$$

$$\log(x+1) < x$$

$$(2) e^x > 1 + x + \frac{1}{2}x^2$$

$$f(x) = e^x - 1 + x + \frac{1}{2}x^2 \quad f(x) \text{は単調増加}$$

$$f'(x) = e^x + 1 - x$$

$$\min = f(0) = 0$$

$$f''(x) = e^x - 1 > 0 \quad \forall x > 0$$

$$f'(x) \text{は単調増加}$$

$$f'(0) = 2 > 0 \quad \forall x$$

$$e^x > 1 + x + \frac{1}{2}x^2$$

微分法の応用⑤

18 【方程式の実数解の個数】

a は定数とする。次の方程式の異なる実数解の個数を求めよ。

$$(1) \frac{x^3}{x-1} = a$$

$$f(x) = \frac{x^3}{x-1} \quad (x \neq 1)$$

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

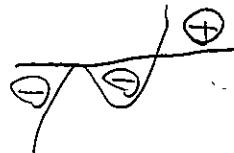
$$= \frac{2x^3 - 3x^2}{(x-1)^2}$$

$$= \frac{x^2(2x-3)}{(x-1)^2}$$

$$f'(x) = 0 \quad a \in \mathbb{R}$$

$$x^2(2x-3) = 0$$

$$x = 0 \text{ (重解)}, \frac{3}{2}$$



$$(2) xe^x - a = 0$$

$$f(x) = xe^x$$

$$f'(x) = e^x + xe^x$$

$$f'(x) = 0 \quad a \in \mathbb{R}$$

$$e^x(1+x) = 0$$

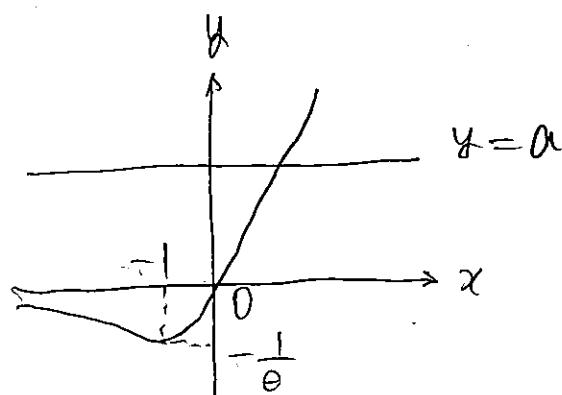
$$x = -1$$

$$\begin{array}{|c||c|c|c|} \hline x & \cdots & -1 & \cdots \\ \hline f' & - & 0 & + \\ \hline f & \downarrow & -\frac{1}{e} & \nearrow \\ \hline \end{array}$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = \infty$$

$$\begin{array}{l} a < -\frac{1}{e} \quad a \in \mathbb{R} \quad 0 \\ a = -\frac{1}{e} \quad a \in \mathbb{R} \quad 1 \\ -\frac{1}{e} < a < 0 \quad a \in \mathbb{R} \quad 2 \\ 0 \leq a \quad a \in \mathbb{R} \quad 3 \end{array}$$



19 【速度と加速度】

地上から、初速度 v_0 m/s でボールを真上に打ち上げるとき、 t 秒後の高さ x m は、

$x = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ で与えられている。ただし、 g は定数とする。 t 秒後におけるボールの速度 v m/s と加速度 α m/s² を求めよ。

$$v = \frac{dx}{dt} = v_0 - gt \quad (\text{m/s})$$

$$\alpha = \frac{dv}{dt} = -g \quad (\text{m/s}^2)$$

20

時刻 t における点 P の座標 (x, y) が次の式で与えられるとき、 $t=3$ における P の速さ、加速度の大きさを求めよ。

$$(1) x = 2t+1, y = t^2 - 4t$$

$$\frac{dx}{dt} = 2$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = 0$$

$$\frac{dy}{dt} = 2t-4$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = 2$$

$$t=3 \text{ のとき}$$

$$\vec{\alpha} = (0, 2)$$

$$\vec{v} = (2, 2)$$

$$|\vec{v}| = \sqrt{4+4} = \frac{2\sqrt{2}}{4}$$

$$(2) x = 2\cos\pi t, y = 2\sin\pi t$$

$$\frac{dx}{dt} = -2\pi \sin\pi t$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -2\pi^2 \cos\pi t$$

$$\frac{dy}{dt} = 2\pi \cos\pi t$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -2\pi^2 \sin\pi t$$

$$t=3 \text{ のとき}$$

$$\vec{\alpha} = (0, 2\pi)$$

$$|\vec{v}| = \sqrt{0+4\pi^2} = 2\pi$$

$$|\vec{v}| = \frac{2\pi}{4}$$

21 【近似式】

$h=0$ のとき、次の関数の値について、1次の近似式を作れ。

$$(1) \cos(a+h)$$

$$\cos(a+h) \approx \cos a - h \sin a$$

$$(2) \tan(a+h)$$

$$\tan(a+h) \approx \tan a + \frac{h}{\cos^2 a}$$

22

$x=0$ のとき、次の関数について、1次の近似式を作れ。

$$(1) e^x$$

$$(2) \log(1+x)$$

$$e^x \approx 1+x$$

$$\log(1+x) \approx x$$

$$(3) \frac{1}{1+x}$$

$$\frac{1}{1+x} \approx \frac{1-x}{1}$$

23

1次の近似式を用いて、次の値の近似値を求めよ。

$$(1) \sqrt[4]{1.03}$$

$$(2) \log 1.01$$

$$= (1+0.03)^{\frac{1}{4}}$$

$$= \log(1+0.01)$$

$$\approx 1 + \frac{1}{4} \cdot 0.03$$

$$\approx 0.01$$

$$= 1.0075$$

$$(3) \frac{1}{0.998}$$

$$= \frac{1}{1+(-0.002)} \approx 1+0.002$$

$$= 1.002$$