

2019年1月16日 実施

要点：2重積分 $\iint_D f(x, y) dx dy$ を実行する際、 (x, y) から適当な変数 (u, v) に変換した方が計算が楽になることは多い。 (u, v) と (x, y) の関係が、1対1の滑らかな関数 $(x, y) = (x(u, v), y(u, v))$ で与えられていて、

$$\text{ヤコビアン } \frac{\partial(x, y)}{\partial(u, v)} = \begin{vmatrix} x_u & x_v \\ y_u & y_v \end{vmatrix} = x_u y_v - x_v y_u$$

が0にならないとき、

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \iint_E f(x(u, v), y(u, v)) \left| \frac{\partial(x, y)}{\partial(u, v)} \right| du dv$$

が成り立つ。ただし、 E は uv 平面の領域。(詳しくは、微積の教科書 pp.116-117 を参照のこと)

1 次の2重積分の値を求めよ。但し、 $a, b > 0$ とする。(3), (4)の変数変換は演習書の問題6.2.2を参照せよ.)

$$(1) I_1 = \iint_D \sqrt{\frac{1 - (x - y)^2}{1 - (x + 2y)^2}} dx dy \quad D : |x + 2y| \leq 1, |x - y| \leq 1$$

$$(2) I_2 = \iint_D \sin(2x + 3y) \cos(3x + 2y) dx dy \quad D : 0 \leq 2x + 3y \leq \frac{\pi}{3}, 0 \leq 3x + 2y \leq \frac{\pi}{6}$$

$$(3) I_3 = \iint_D \sqrt{xy} dx dy \quad D : x \geq 0, y \geq 0, \frac{x}{a} + \frac{y}{b} \leq 1 \quad (\text{問題 6.2.2 (2)})$$

$$(4) I_4 = \iint_D xy dx dy \quad D : x \geq 0, y \geq 0, \sqrt{\frac{x}{a}} + \sqrt{\frac{y}{b}} \leq 1 \quad (\text{問題 6.2.2 (3) の一部})$$

2 次の2重積分の値を求めよ。但し、 $a, b > 0$ とする。(演習書 問題6.2.2 参照)

$$(1) J_1 = \iint_D (x + y)^2 dx dy \quad D : x^2 + y^2 \leq a^2 \quad (\text{問題 6.2.2 (5)})$$

$$(2) J_2 = \iint_D (x + y)^2 dx dy \quad D : \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} \leq 1 \quad (\text{問題 6.2.2 (1) の類題})$$

$$(3) J_3 = \iint_D (x^2 + y^2) e^{x^2 + y^2} dx dy \quad D : a^2 \leq x^2 + y^2 \leq b^2, |x| \leq y \quad (a < b)$$

$$(4) J_4 = \iint_D xy dx dy \quad D : x^2 - 6x + y^2 \leq 0, 0 \leq x \leq y$$

3 次の部分の体積をそれぞれ求めよ。但し、 $a > 0$ とする。

(1) 円柱 $x^2 + y^2 \leq a^2$ の平面 $z = 0$ の上方にあり、平面 $z = x$ の下側にある部分。(問題6.4.2 (5))

(2) 円柱 $x^2 + y^2 \leq ax$ と球 $x^2 + y^2 + z^2 \leq a^2$ の共通部分。

4 次の3重積分の値を求めよ。但し、 $0 < a < b$ とする。

$$(1) K_1 = \iiint_V (x + y)(y + z)(z + x) dx dy dz \quad V : 0 \leq x + y \leq 1, 0 \leq y + z \leq 1, 0 \leq z + x \leq 1$$

$$(2) K_2 = \iiint_V \frac{dx dy dz}{(x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} \quad V : a^2 \leq x^2 + y^2 + z^2 \leq b^2$$