

3 平面上の曲線 C が媒介変数 t を用いて $x = \sin t - t \cos t$, $y = \cos t + t \sin t$ ($0 \leq t \leq \pi$) で与えられている.

(1) 曲線 C の長さを求めよ.

(2) 曲線 C 上の各点 P において, P における接線と P で直交する直線を考える. この直線上の点で原点までの距離が最短となる点は, P を動かすときどんな図形を描くか.

(3) $\int_0^{\pi} t \sin 2t dt$ を求めよ.

(4) 曲線 C と y 軸および直線 $y = -1$ で囲まれる図形の面積 S を求めよ.