

4 空間において, 2点

$$P = (-t, -1, t^2 - 1), \quad Q = \left(t, 1, \frac{e^t + e^{-t}}{2} - \frac{e + e^{-1}}{2} \right)$$

を考える. ただし $|t| \leq 1$ とする. $0 < u < 1$ である u に対して線分 PQ と平面 $y = u$ との交点を $R = (x, y, z)$ とする.

- (1) t を -1 から 1 まで動かすとき, x の動く範囲を u で表せ.
- (2) R の z 座標を x と u の式で表せ.
- (3) t を -1 から 1 まで動かすとき, 線分 PQ が動いてできる図形と 2 平面 $y = 1$, $z = 0$ とで囲まれる部分の体積を求めよ.