

4 平面上を動く点  $P$  の座標  $(x, y)$  が時刻  $t$  の関数として

$$x = \sqrt{a}t, \quad y = 1 + \sqrt{1 - at} - \frac{t^2}{2}$$

と表されている。ただし、 $0 < a < 1$  とする。

- (1) ある時刻  $t > 0$  で動点  $P$  の軌跡は、 $x$  軸と交わる。このときの  $P$  の  $x$  座標  $u$  を  $a$  で表せ。
- (2)  $a$  が  $0 < a < 1$  の範囲を動くとき、 $u$  の最大値を求めよ。
- (3)  $u$  の最大値を与える  $a$  について、動点  $P$  の  $t = 0$  における速度ベクトルが  $x$  軸の正の向きとなす角を求めよ。