

5  $xy$  平面上で放物線  $y = x^2$  と直線  $y = 2$  で囲まれた図形を、 $y$  軸のまわりに 1 回転してできる回転体を  $L$  とおく。回転体  $L$  に含まれる点のうち、 $xy$  平面上の直線  $x = 1$  からの距離が 1 以下のもの全体がつくる立体を  $M$  とおく。

- (1)  $t$  を  $0 \leq t \leq 2$  を満たす実数とする。 $xy$  平面上の点  $(0, t)$  を通り、 $y$  軸に直交する平面による  $M$  の切り口の面積を  $S(t)$  とする。 $t = (2 \cos \theta)^2$  ( $\frac{\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ ) のとき、 $S(t)$  を  $\theta$  を用いてあらわせ。
- (2)  $M$  の体積  $V$  を求めよ。