

# 光情報処理理解度チェック

## 第10回

- ・周波数 $f$ [Hz]の光 $P$ [W]がフォトダイオードに入射するときに流れる電流 $i$ [A]が次式で与えられることを示せ。ただし、 $\eta, e, h$ は、それぞれ、フォトダイオードの量子効率、電気素量、プランク定数である。

$$i = \frac{\eta e P}{h f} \quad (10.1)$$

- ・波長 $\lambda = 0.8 \mu\text{m}$ の光 $P = -30 \text{dBm}$ から生じる光電流を求めよ。ただし、フォトダイオードの量子効率を0.85とする。また、同じ条件で波長だけが $\lambda = 1.55 \mu\text{m}$ に変わった場合にはどうなるか？
- ・通常（利得1）のフォトダイオードを用いて波長 $\lambda$  [m]の光 $P$ [W]を受信したときの信号電力対雑音電力比 $S/N$ は次式で与えられる。ただし、 $R$ [ $\Omega$ ]は光検波回路の負荷抵抗、 $B$ [Hz]は受信機雑音帯域幅、 $k$ [J/K]はボルツマン定数、 $T$ [K]は、受信機温度、 $i_d$ [A]はフォトダイオードの暗電流である。また、 $i$ は式(10.1)より得られる光電流である。

$$S/N = \frac{i^2}{2e(i+i_d)B + 4kTB/R} \quad (10.2)$$

- ・利得 $M$ のアバランシェフォトダイオード（APD）を用いて波長 $\lambda$  [m]の光 $P$ [W]を受信したときの信号電力対雑音電力比 $S/N$ は次式で与えられる。ただし、 $x$ はAPDの過剰雑音指数、 $i$ は式(10.1)より得られるAPDの一次光電流である。

$$S/N = \frac{(Mi)^2}{2e(i+i_d)BM^{2+x} + 4kTB/R} \quad (10.3)$$

- ・式(10.3)を最大にする利得 $M$ （最適利得）を導出せよ。
- ・以下の条件で信号光を受信したときの信号電力対雑音電力比を、1) 通常のフォトダイオード、2) 利得 $M=30$ のAPD、で受信したときの $S/N$ を、それぞれ、求めよ。次に、3) 最適利得を求め、その利得で受信したときの $S/N$ を求めよ。

条件： $\lambda = 1.55 \mu\text{m}$ ,  $P = \pm 40 \text{dBm}$ ,  $R = 50 \Omega$ ,  $B = 100 \text{MHz}$ ,  $\eta = 0.85$ ,  $i_d = 0 \text{ A}$ ,  $T = 300 \text{ K}$ ,  $x = 0.3$