

### 受信信号強度(RSSI)と電界強度の関係について

送信アンテナからの距離が $l$ [m]の位置における電力束密度 $P(l)$ [W/m<sup>2</sup>]は、送信アンテナを中心とする半径 $l$ [m]の球の表面積が $4\pi l^2$ [m<sup>2</sup>]であることから、送信電力 $P_{TX}$ [W]、送信アンテナ利得 $G_{TX}$ を用いて、

$$P(l) = \frac{G_{TX}}{4\pi l^2} \cdot P_{TX}$$

と表せます。空間の電界強度 $E$ [V/m]と空間の特性インピーダンス $Z$ [ $\Omega$ ]の関係は、オームの法則 $P = V^2/R$ のアナロジーから、

$$P(l) = \frac{E^2}{Z}$$

となっています。空間の特性インピーダンス $Z$ [ $\Omega$ ]は誘電率 $\epsilon$ と透磁率 $\mu$ から

$$Z = \sqrt{\mu/\epsilon}$$

で与えられます。なお、真空の場合は、理科年表や電磁気の教科書に掲載されている値を適用して、 $Z = 120\pi = 377$ [ $\Omega$ ]となります。この値は、空気中でもほぼ同じです。さて、 $P(l)$ [W/m<sup>2</sup>]を消去し、 $E$ [V/m]の式に書き直すと、

$$E = \sqrt{\frac{120\pi G_{TX}}{4\pi l^2} \cdot P_{TX}} = \frac{\sqrt{30 G_{TX} \cdot P_{TX}}}{l}$$

が得られます。例えば、半波長ダイポールアンテナの場合は、アンテナ利得が約 2.14dB ですので、 $G_{TX} = 10^{2.14/10}$ を代入して、 $E = 7\sqrt{P_{TX}}/l$  と表せます。

一方、受信電力 $P_{RX}$ [W]は、波長を $\lambda$ [m]とすると、受信アンテナ利得 $G_{RX}$ とアンテナ面積を考慮して、

$$P_{RX} = G_{RX} \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} \cdot P(l) = \frac{G_{RX}\lambda^2}{480\pi} \cdot E^2$$

と求まります。従って、受信信号強度RSSI[dBm]は、受信電力 $P_{RX}$ [W]をデシベルに換算することで得られ、

$$\begin{aligned} \text{RSSI} &= 10 \log_{10} \frac{P_{RX}}{10^{-3}} = 10 \log_{10} \left( \frac{G_{RX}\lambda^2}{480\pi} \cdot E^2 \right) + 30 \\ &= 10 \log_{10} E^2 + 10 \log_{10} \lambda^2 + 10 \log_{10} G_{RX} - 10 \log_{10} 480\pi + 30 \\ &= 20 \log_{10} E + 20 \log_{10} \lambda + 10 \log_{10} G_{RX} - 1.78 \text{ [dBm]} \end{aligned}$$

となります。