

5) 自由空間の伝送損失

送信出力 P_s (W)の電力でアイソトロピックアンテナから電波がでている。

この電波を距離 d (m)離れた地点においてアイソトロピックアンテナで受信した。

こととき受信アンテナから取り出せる電力が P_r (W)である。

この場合の損失は $\alpha = P_s / P_r$ という式で表現され、

$$\alpha = \frac{P_s}{P_r} = \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2$$

考え方

送信出力 P_s (W)アイソトロピックアンテナが d (m)離れた地点に作る電界は

$$E = \frac{\sqrt{30P_s}}{d}$$

これをアイソトロピックアンテナで受信する。

アイソトロピックアンテナのインピーダンス 120Ω

アイソトロピックアンテナの実効長 $l = \frac{\lambda}{\pi}$

受信アイソトロピックアンテナに誘起する電圧 V は

$$V = E * l$$

アンテナが整合している場合に取り出せる最大電力は

$$P_r = \frac{V^2}{4Z}$$

$$P_r = \frac{V^2}{4Z} = \frac{1}{4 * 120} * (E * l)^2$$

$$= \frac{1}{4 * 120} * \left(\frac{\sqrt{30P_s}}{d} * \left(\frac{\lambda}{\pi} \right) \right)^2$$

$$= \frac{1}{4 * 120} * \frac{30P_s}{d^2} * \left(\frac{\lambda}{\pi} \right)^2$$

$$= \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 * P_s$$

従って損失の式は次のように書ける。

$$\frac{P_s}{P_r} = \frac{1}{\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2} = \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$$