

## 無線モジュール・テストレポート

### IM920 見通し通信実験レポート

対応無線モジュール：IM920

## インタープラン株式会社

〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 3-3-12 石原ビル 5F

TEL: 03-5215-5771 FAX: 03-5215-5772 URL: <http://www.interplan.co.jp>

### 1. はじめに

このテストレポートは、弊社の 920MHz 無線モジュール IM920 の通信実験結果のレポートです。通信距離は周囲の環境などにより大きく変化しますので一応の目安としてご使用ください。また内容は予告なく変更される場合があります。

### 2. 使用した機材

- ・無線モジュール (IM920)
- ・アプリケーション開発ボード (IM315-EVB-RX)

### 3. 実験方法

#### 3-1. 無線モジュールの設定

無線モジュールの各パラメータの設定は次の通りとした。カッコ内はコマンドとパラメータを示す。

長距離モード (STRT=2)

送信出力：10mW (STPO=3)

周波数：920.6MHz (STCH=01)

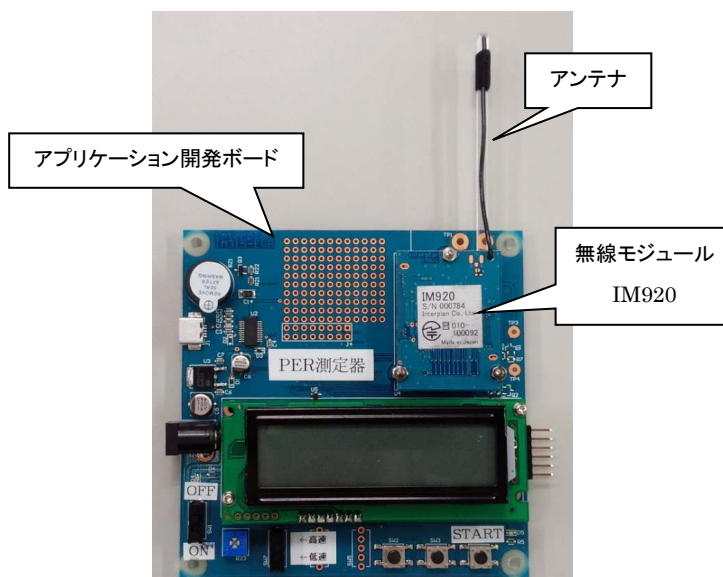
#### 3-2. 実験装置

送信側から受信側への単向通信とし、定期的にデータパケットを送信し、受信側ではパケットのエラー率 (PER) を計測する。PER10%は 10 回パケットを送信し、1 回欠落したことを示す。

制御用マイコンやエラーレートの表示に LCD、制御用スイッチなどが必要なため、当社のアプリケーション開発ボード IM315-EVB-RX を用いた。

### 3-3. アンテナ設置状況

無線モジュールのアンテナは真っ直ぐになるよう亚克力棒に固定した。実験装置の様子を下図に示す。アンテナの状況は送信側・受信側とも同じである。



実験装置の様子

### 3-4. 実験環境

見通し通信環境で、長距離が確保できる海岸とした。海岸を使用して有利な点としては、海上伝播であり反射、回折などによる影響が少なくテストできることが上げられる。

受信側は神奈川県藤沢市片瀬海岸の新江ノ島水族館西側の海岸遊歩道に固定し、送信側は茅ヶ崎方向に移動して測定した。

### 3-5. 無線モジュールの設置状況とアンテナ高さ

受信側は、アルミマストに無線モジュールを取り付けアンテナ地上高は 2m。送信側は無線ユニットを手で持つ。アンテナは双方とも地面に対して垂直（垂直偏波）とし、アンテナ地上高は約 1.5m である。各地点の様子を下図に示す。



受信側



送信側

## 4. 結果

### 4-1. 地上高が低いとき

送信側を海岸のサイクリングロードに沿って西に移動し、適当な地点で通信状況を確認した。移動地点と PER 率、距離は次の通りとなった。距離は携帯電話機の GPS を用いて緯度経度を計測し、Google Map で距離を求めた。

地点名	PER	距離
海浜公園	10%	2.6km
汐見台	10%	3.8km
ヘッドランド	5%	5.7km
茅ヶ崎漁港	20%	7.2km

再送を考慮して PER 20%としたときの見通し通信距離は 7.2km であった。地図で示すと下図のようになる。



茅ヶ崎漁港から江の島を望む

## 4-2. 地上高が高いとき

前項の実験では送信・受信地点共にアンテナ高 1.5~2m である。アンテナ地上高と通信距離の影響を検討するために、送信地点を平塚市と大磯町の境にある海拔約 180m の湘南平にて実験した。湘南平にはテレビ塔があり、踊り場の金網の切れ目から送信側のアンテナを突き出して測定した。



湘南平テレビ塔



テレビ塔の踊り場から江の島方向を望む

結果は PER15% で距離 15.2km となった

地点名	PER	距離
湘南平テレビ塔踊り場	15%	15.2km



## 5. 結果とフレネルゾーン

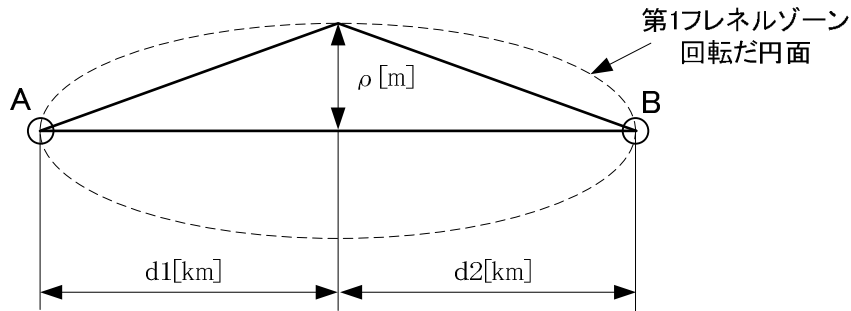
地上高が高いときは低いときと比較して PER が 5% よく、しかも見通し通信距離で 2 倍以上の通信距離が得られた。これは地上高が影響していると考えられる。

### 5-1. フレネルゾーン

電波の伝搬経路を考えると、受信点の電界強度が距離で決まる自由空間とみなすためには、フレネルゾーンを考慮する必要がある。電波は送信点から受信点まで最短距離で届く直接波と、反射波や回折波があり、受信点の電界強度はこれらの干渉を受けたエネルギーとなる。反射波や回折波の強度は直接波よりも弱く、直接波と回折波の経路差  $\delta$  が  $\lambda/2$  より大きいと影響を無視することができる。  $\delta$  が  $\lambda/2$  となる軌跡は AB を焦点とする回転楕円体となり、その内側を第 1 フレネルゾーンと呼ぶ。 AB 間を自由空間とみなすためには、第 1 フレネルゾーンの中に障害物がないことが必要である。

5-2. 第1フレネル半径を求める

見通し線と障害物とのクリアランスを  $\rho$  として第1フレネル半径は下式で求めることができる。



$\rho \ll d1, \rho \ll d2$  のとき近似的に下式で与えられる。

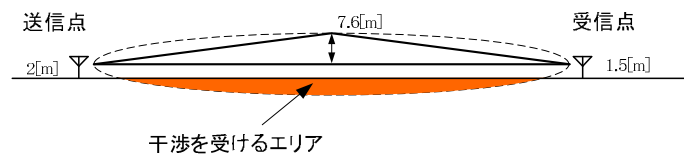
$$\text{フレネル半径[m]} \quad \rho \doteq \sqrt{\lambda \frac{d1d2}{d1+d2}}$$

波長  $\lambda$  [m] は、 $\frac{\text{電波の速度}}{\text{周波数}} = \frac{3 \times 10^8 [\text{m/s}]}{f [\text{Hz}]}$  より求められ、920MHz における波長  $\lambda$  は、 $300 \div 920 = 0.326 [\text{m}] = 32.6 [\text{cm}]$  である。

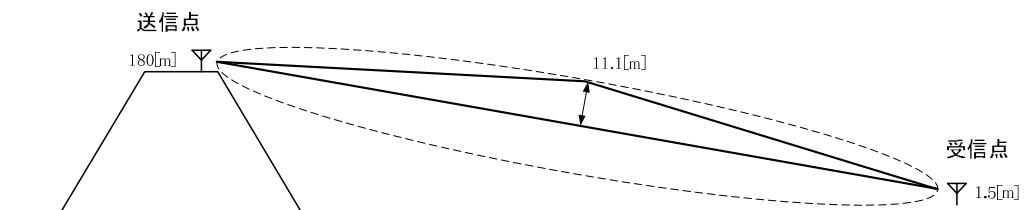
920MHz における第1フレネル半径を上式で求めると、送信・受信共に海岸のときの通信距離 7.2km で 7.6m、片方が山の上であった 15.2km では 11.1m となる。

5-3. フレネル半径と通信距離

920MHz における第1フレネル半径を上式で求めると、送信・受信共に海岸のときの通信距離 7.2km で 7.6m、片方が山の上であった 15.2km では 11.1m となる。このように今回の実験で双方が海岸線あるときは、アンテナ地上高が低いのでおそらくフレネルゾーンの影響を多分に受けて通信には不利であったこと、および一方でもアンテナ地上高が高いところにあると、フレネルゾーンが十分確保できて通信には有利な結果となったと推測できる。両方のアンテナ地上高とフレネルゾーンの概略関係を下図に示す。



地上高が低いとき (双方が海岸の遊歩道)



送信地点に標高があるとき (送信側が山の上)

#### 5-4. まとめ

送信出力がわずか 10mW (0.01W) の IM920 を用いても海岸線では見通し通信距離 7km が、また一方でもアンテナ地上高が高くなると 15km 以上の通信距離になることが実験により明らかになった。通信距離を長くするにはアンテナ高が有効なことが実証されたが、次のことも重要である。

- ・大地や建物などで反射したマルチパス波が生じ、合成波の影響がある
- ・アンテナの偏波面を合わせる
- ・アンテナの指向性（放射パターン）も考慮する
- ・周囲の環境、電磁ノイズや人や物など他の物体から影響を受ける

#### 6. 改定履歴

初版制定 2015 年 10 月 15 日

以上