

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・その2

<偏波違いの影響、各種アンテナ比較、電波は曲がるか？>

対応無線モジュール：IM920、IM920XT

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 の通信実験結果です。次の内容を実験によってデータを計測しました。

- ・ 偏波の違いによる影響
- ・ アンテナによる通信距離の変化
- ・ 電波は曲がるか？

なお計測したデータ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

2-1. 測定機材

- ・ 無線モジュール (IM920、IM920XT)
- ・ アプリケーション開発ボード (IM315-EVB-RX)
- ・ スペクトラムアナライザー (ローデシュワルツ社 FSH8)

2-2. アンテナ

- ・ IM920 ワイヤアンテナ
- ・ IM920XT 外部アンテナ
- ・ 5 エレメント八木アンテナ
- ・ 9 エレメント八木アンテナ
- ・ 5 段コリニアアンテナ

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：0.1mW (STPO=1)
周波数：920.6MHz (STCH=01)

3-2. 実験装置

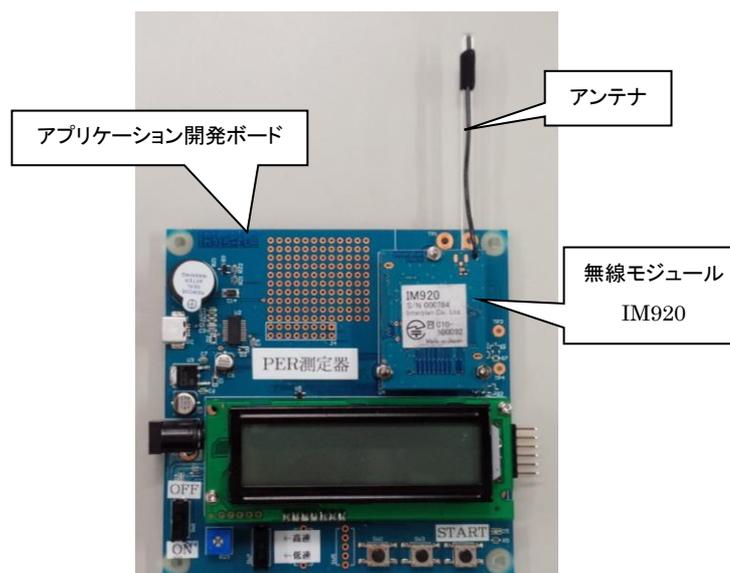
送信側から受信側への単向通信とし、定期的にデータパケットを送信し、受信側ではパケットのエラー率 (PER) を計測する。PER10%は 10 回パケットを送信し、1 回欠落したことを示す。

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ので、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

IM920 でワイヤーアンテナを使用するときは、ワイヤーが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。

他のアンテナで実験するときは IM920XT を使用し、接続ケーブルの SMA コネクタに各種アンテナを接続した。



実験装置の様子

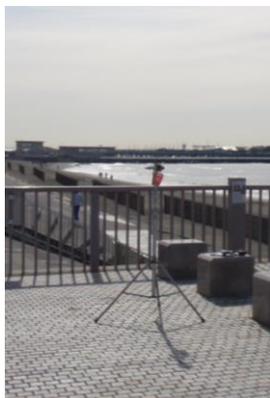
3-4. 実験環境

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。また「電波が曲がるか？」の実験には、新江ノ島水族館の建物を利用した。

3-5. 無線モジュールの設定状況とアンテナ高さ

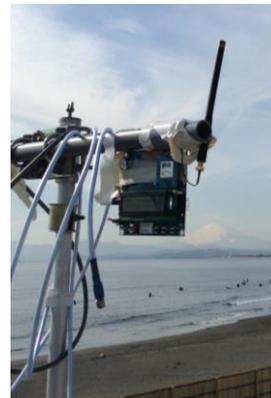
受信側は、アルミマストに無線モジュールと各アンテナを取り付け、アンテナ地上高は 2m。送信側は無線ユニットを手で持ち、アンテナ地上高は約 1.5m である。アンテナは双方とも地面に対して垂直（垂直偏波）を基本とした。各アンテナの様子を下図に示す。



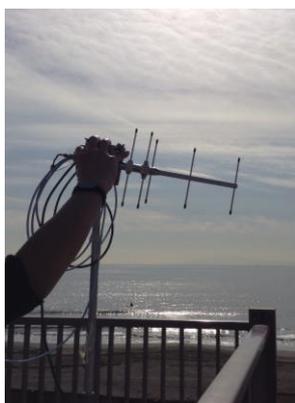
受信側全景



ワイヤーアンテナ
IM920



外部アンテナ
IM920XT



5エレ八木アンテナ



9エレ八木アンテナ



コリーニアアンテナ

4. 結果

4-1. 偏波の違いによる影響

送信側と受信側を約 30m 離し、アンテナを縦にした場合、縦と 90° 横に、横と横にした場合の影響をスペクトラムアナライザーで測定した。同じ偏波のときは -27.7dB、偏波が 90° 異なるときは -30.6dB となり 2.9dB の差があった。何箇所か場所を変えて計測したが傾向はほぼ同じだった。差分の絶対値は多少異なるが、アンテナを縦と縦や縦と横にした場合に比べ、縦と横にした場合は 3dB 前後受信レベルが下がった。



アンテナが縦と縦の場合



アンテナが縦と 90° 横の場合

4-2. ワイヤアンテナと外部アンテナの比較

IM920 のワイヤアンテナと IM920XT の外部アンテナの比較を行った。受信側はワイヤアンテナと外部アンテナの 2 種類を使用し、スペクトラムアナライザー（ローデシュワルツ社 FSH8）にアンテナを接続して信号強度を測定した。スペクトラムアナライザーの測定値は、ワイヤアンテナでは -73.5dB、外部アンテナでは -71.5dB であり、外部アンテナの方が 2dB 強かった。送信側と受信側の距離は約 100m である、



IM920・ワイヤアンテナ



IM920XT・外部アンテナ

4-3. アンテナによる通信距離の変化

送信場所を西に移動し各地点で PER を測定する。試験はアンテナ毎に測定を行った。測定場所は GPS を使用し緯度経度を計測し、実験終了後、GoogleMap で距離を計測した。

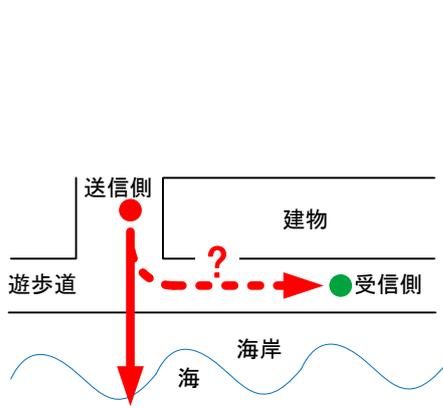
受信地点での各アンテナの設定状況は「3-5. 無線モジュールの設定状況とアンテナ高さ」を参照のこと。

送信場所	距離	IM920 (ワイヤアンテナ)	外部アンテナ			
			IM920XT	5 エレ八木	9 エレ八木	コリニア
1	0.84km	30%	25%	25%	25%	30%
2	1.26km	15%	30%	25%	25%	25%
3	1.53km	25%	30%	40%	35%	50%
4	1.68km	40%	50%	35%	25%	35%
5	1.82km	30%	20%	25%	5%	50%
6	2.25km	5%	25%	15%	15%	5%
7	2.65km	10%	25%	5%	5%	0%
8	3.08km	100%	100%	20%	20%	75%



4-4. 建物の影の影響

建物の影に入ったとき、通信距離はどのように変化するか実験した。「920MHz 帯は電波が回り込む」と言われており実験により確認した。建物は新江ノ島水族館を利用し、建物の短辺に送信側を、受信側は建物の長辺を角から移動して距離を伸ばした。建物の角 2 個所で実験し、場所 1、場所 2 とした。



電波は曲がるか？



建物と測定場所の位置関係



場所 1・送信側



場所 1・受信側



場所 2・送信側



場所 2・受信側

結果は 2 箇所共に 2 点間の距離がおおむね 100m で急激に信号が弱くなった。見通しにおける通信距離が 2km 以上だったことからすると、通信距離は 1/20 以下となった。

今回の実験環境は、片側が海なのでそこには反射物はないが、周囲の小さな物体により反射や回折によって通信できたものと考えられる。また通行している人や立ち止まっている人、自転車の通行などでも信号強度の大きな変化が見られた。

5. まとめ

基本的なこととして、偏波を合わせることは教科書に書いてある通り大事なことが分かった。

IM920 に使用しているワイヤーアンテナと IM920XT の外部アンテナでは、スペクトラムアナライザによる測定では外部アンテナの信号が強かった。PER 計測実験では必ずしも外部アンテナの結果が良好ではなかった。

各種アンテナによる比較は、ワイヤーアンテナが意外と善戦しているが、距離が伸びるほどゲインが高いアンテナが良い結果を示した。これはアンテナによって指向性や輻射角度などが違うので、反射や回折によるマルチパスの影響で電界強度が変化し、PER に影響を与えたのかもしれない。

電波は曲がるか？の実験では周囲の物体による反射や解説で伝搬し、曲がって伝わりにくいことが明らかになった。

無線通信を安定して行うには、使用する機材、アンテナ、そして使用環境が大きく影響することが実験を通じて明らかになり、実機でのテストが必要であると考えられる。

6. 備考

このテストレポートは CQ 出版社インターフェイス誌 2015 年 7 月号、北川隆之著、「遠くまでと安定に！無線モジュール使いの勘どころ」を再編集したものです。

7. 改定履歴

初版制定 2015 年 12 月 7 日

以上