

5 実証試験

5.1 実証試験の目的

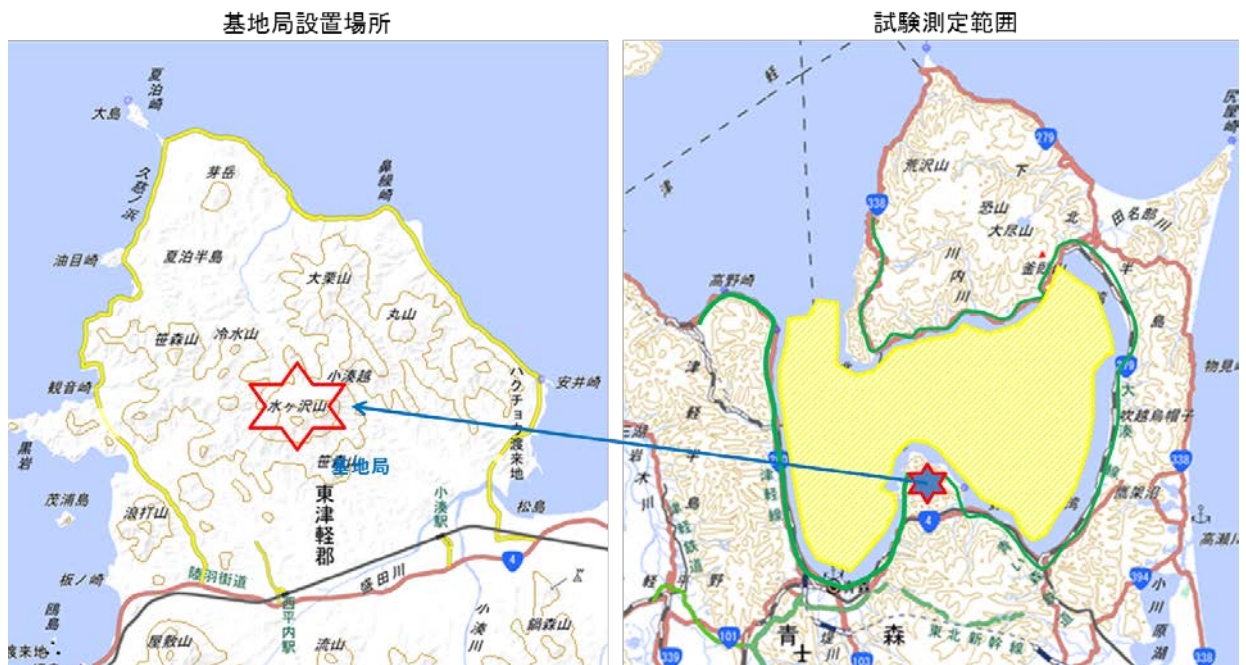
- マリンコミュニティホーンの代替としてデジタル地域振興 MCA を利用した場合、その伝搬特性によりマリンコミュニティホーンと同等の通話エリアが確保できることを確認する。
- 400MHz 帯デジタルシステムを用いてマリンコミュニティホーンを使用している地域(青森県平内町及び陸奥湾)をモデルとして電波伝搬試験を行う。

5.2 実証試験の方法

- 青森県東津軽郡平内町水ヶ沢山に基地局を設置して送信
- 陸奥湾沿岸を走行する車両及び陸奥湾内を航行する船舶に移動局を設置し、受信信号強度を測定
- 比較のため、数か所を選定し、現行マリンコミュニティホーンの受信信号強度を測定
- 実施日＝平成 27 年 8 月 25 日～26 日、9 月 8 日～10 日

5.3 基地局設置場所、試験測定範囲

青森県東津軽郡平内町水ヶ沢山のマリンコミュニティホーン設備に隣接して基地局を設置。試験範囲は、陸奥湾を中心に周辺陸上を含める(図 5-1)。



地理院地図(電子国土 web) <http://maps.gsi.go.jp> を加工して使用
図 5-1 実証試験の基地局設置場所と試験測定範囲

5.4 机上検討(デジタル・アナログの回線設計比較による検討)

現状のマリンコミュニティホーン(アナログ(FM))とデジタル地域振興 MCA(デジタル(4 値 FSK))の回線設計で受信 S/N、C/N が所要 S/N、C/N となる限界距離を算出比較した(表 5-1)。

比較では、デジタル化によっても同等以上のエリア確保が期待できる結果となった。

表 5-1 マリンコミュニティホーンとデジタル地域振興 MCA の回線設計比較

	アナログ (FM)	デジタル (4 値 FSK)
送信周波数 f[MHz]	367.6	367.6
送信出力 W[mW]	10000.0	10000.0
送信出力 W[dBm]	40.0	40.0
送信側フィーダー損失 Lt[dB]	1.0	1.0
送信側フィルタ損失[dB]	1.0	1.0
送信アンテナ利得 Gt[dBi]	6.65	6.65
実効放射電力 P[dBm]	44.7	44.7
伝送距離 d[km]	17.3	25.4
送信基地局アンテナ高 Hb[m]	330.0	330.0
受信移動局アンテナ高 Hm[m]	1.5	1.5
奥村泰モデル(郊外)による伝搬損失[dB]	137.2	143.2
中央値から実効値への変換係数[dB]	1.6	1.6
受信アンテナ利得 Gr[dBi]	2.15	2.15
受信側フィーダー損失 Lr[dB]	0.0	0.0
受信側フィルタ損失[dB]	0.0	0.0
場所率マージン[dB] ※1	3.0	3.0
人体との相互作用によるアンテナ利得損失[dB] ※2	2.1	2.1
受信電力 Pr [dBm]	-97.1	-103.1
(受信開放電圧 VO[dB μ V])	15.9	9.9
ボルツマン定数 k[W/(Bz・K)]	1.38×10^{-23}	1.38×10^{-23}
ボルツマン定数 k[dBm/(Bz・K)]	-198.6	-198.6
標準温度 T ₀ [dBK]	24.8	24.8
信号帯域幅 B[kHz] ※1	8.0	4.0
信号帯域幅 B[dBHz]	39.0	36.0
受信機雑音指数 F[dB] ※1	8.0	8.0
受信機熱雑音 Ni=kT ₀ BF[dBm]	-126.8	-129.8
外来雑音 Nb[dBm] ※1	-126.0	-129.0
受信機外来雑音 Nb+Gr-Lr[dBm]	-123.9	-126.9
受信器総合雑音電力 Nr[dBm]	-122.1	-125.1
(受信機総合雑音[dB μ V])	-9.1	-12.1
所要 S/N,C/N[dB] ※1	25.0	22.0
受信 S/N,C/N[dB]	25.0	22.0

※1: 電波法関係審査基準「陸上移動業務の局」の空中線電力の選定、伝送の質の審査の値の数値を使用した。

※2: ARIB STD-B54 の参考 1 「人体によるアンテナ利得損失の算出方法」の値を使用した(ただし、VHF 帯)。

5.5 信号強度測定結果(デジタル実験試験局とマリンコミュニティホーンの比較)

図 5-2 にデジタル実験試験局の結果を、図 5-3 にマリンコミュニティホーンの結果を示す。デジタル実験試験局の試験結果は、比較のためマリンコミュニティホーン測定点の近傍地点を抜粋した。

マリンコミュニティホーンと実験試験局の信号強度には顕著な差異はみられない。

ただし、回線設計上、アナログ(FM)は-97dBm まで、デジタル(4 値 FSK)は-103dBm まで通話エリアとなるため 6dB 分デジタル(4 値 FSK)の通話エリアが広いことになる。

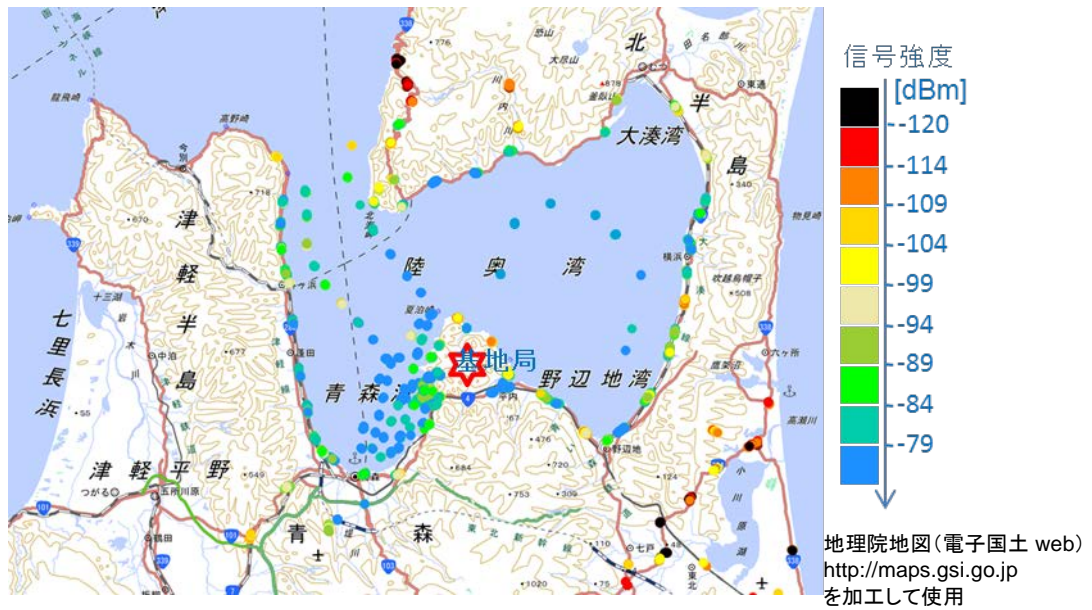


図 5-2 信号強度測定結果(デジタル実験試験局)

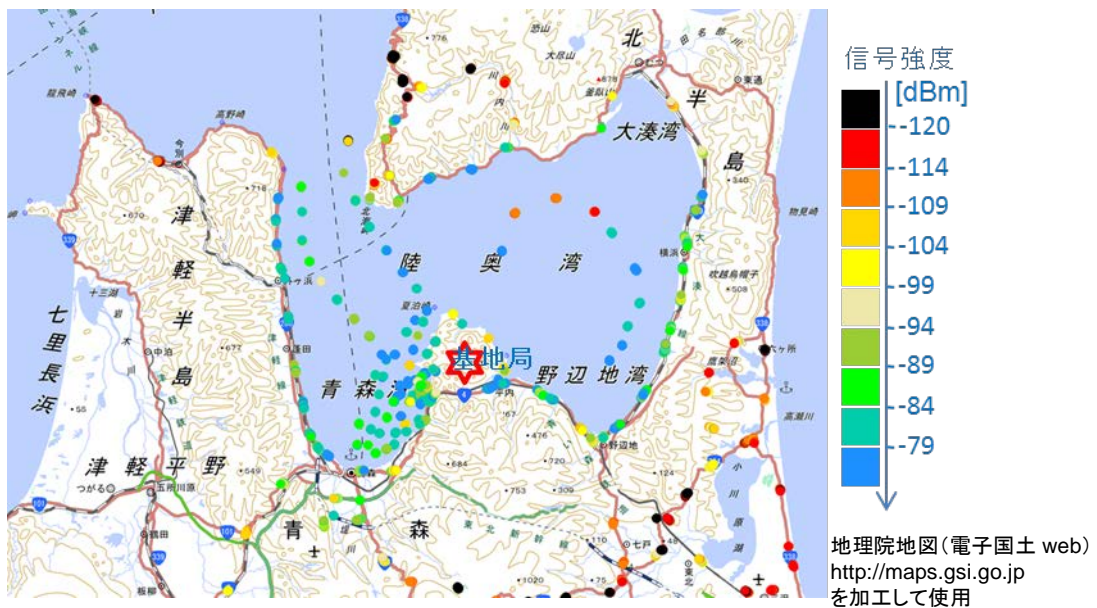


図 5-3 信号強度測定結果(マリンコミュニティホーン)

5.6 信号強度測定結果(海上での距離対信号強度)

5.6.1 測定結果

海上伝搬2波モデルと球面大地回折の理論計算グラフに、海上領域での測定結果を方角にかかわらず距離対信号強度にして重ねたものを図5-4に示す。

測定値(緑色のプロット。1点が1地点の測定値を表わす。)は、同じ距離であっても信号強度にばらつきが大きいことがわかる。これは、同じ伝搬距離であっても方角の違いにより伝搬地形や周囲環境に差があるためと考えられる。なお、本試験では受信信号電力を試験装置受信機のRSSI表示機能によって測定したことから、測定範囲上限の-80dBmより強い信号は測定できないため-80dBm以上のレベルは取得データがない。

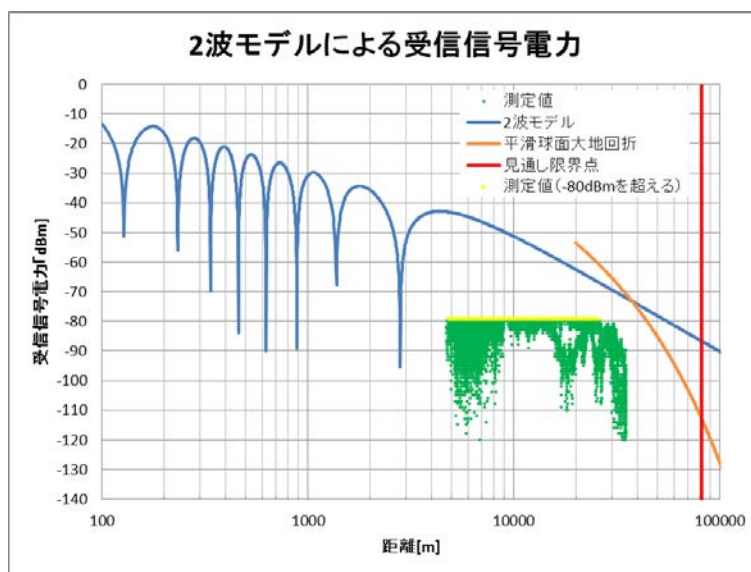


図 5-4 信号強度測定結果(海上での距離対信号強度)

- 水ヶ沢山基地局は、海岸から5km以上離れており、受信信号電力が急激に減衰する距離に海面がないため、反射波による干渉は観測されなかった。
- 水ヶ沢山は、夏泊半島の中央部にあり、周辺も高台になっていることから、半島の海岸道路や半島近傍を中心に信号強度が弱くなっている。

5.6.2 水ヶ沢山基地局周囲の地形

図 5-5 は、水ヶ沢山基地局から 10km 離れた海上船舶局との伝搬経路である。

いずれの方向にも高台や山があり、半島の近傍や、方向によっては遠方でも、伝搬経路に地形の影響が生じることがわかる。

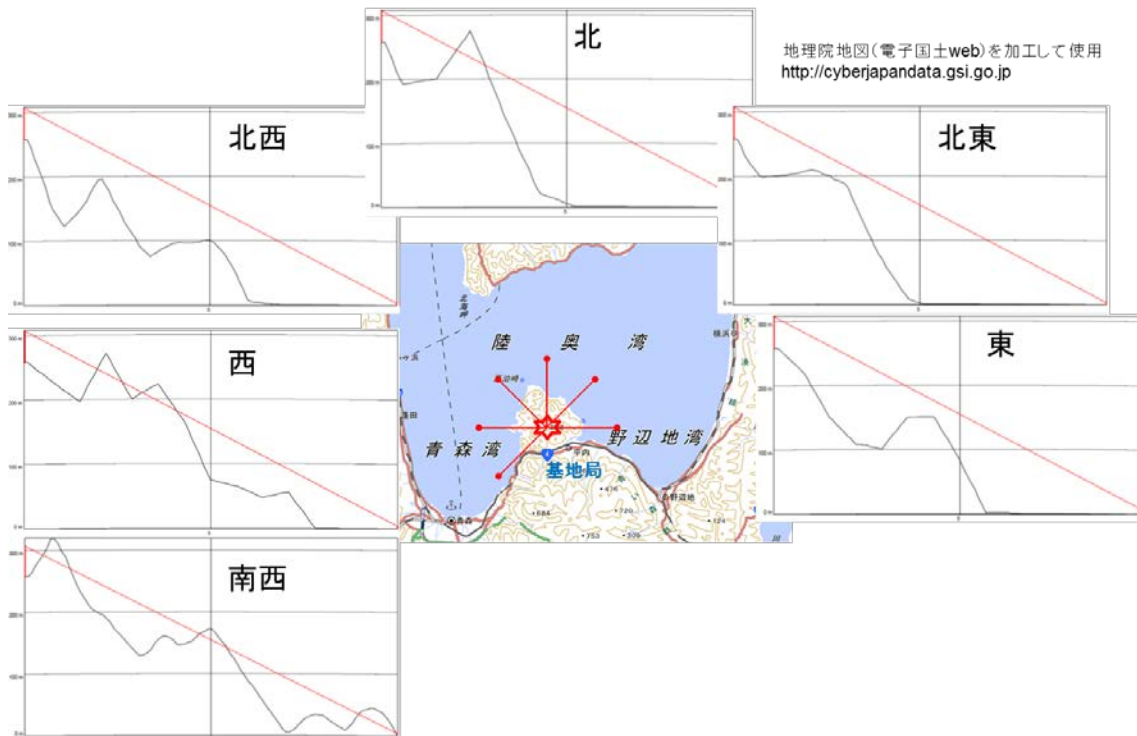


図 5-5 水ヶ沢基地局周囲の地形

5.7 信号強度測定結果(デジタル実験試験局 全データ)

デジタル実験試験局の全測定データをプロットしたものを図 5-6 に示す。

陸奥湾内及び沿岸部に問題なく伝搬していることがわかる。夏泊半島の周囲は、地形の影響により信号強度が弱い。山や地形の影となる部分(陸奥湾出口先、津軽半島西側など)では、信号強度が弱くなっている。



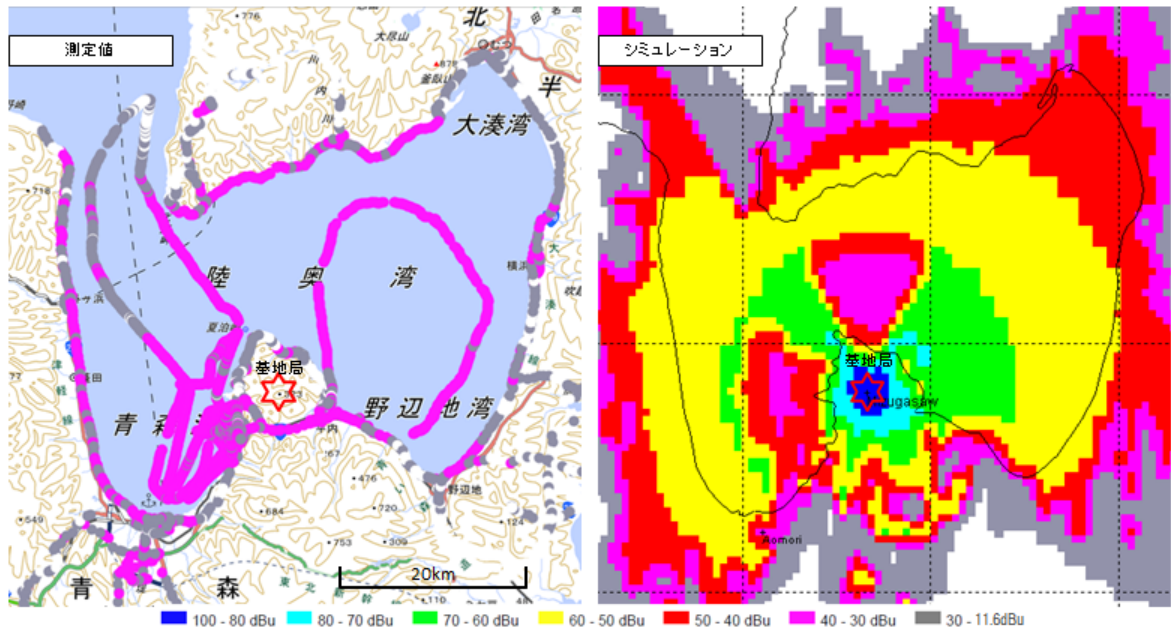
地理院地図(電子国土 web) <http://maps.gsi.go.jp> を加工して使用
 図 5-6 信号強度測定結果(デジタル実験試験局 全データ)

5.8 測定値とエリアシミュレーションとの比較

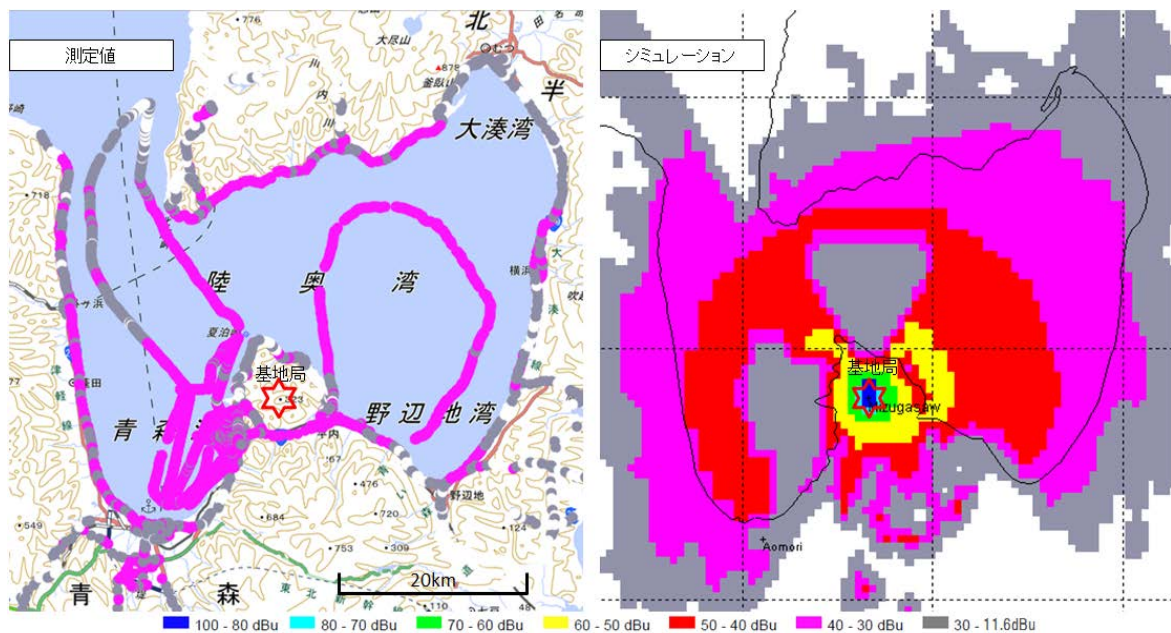
図 5-7 に測定値とエリアシミュレーションの比較(奥村秦モデル開放地)、図 5-8 に測定値とエリアシミュレーションの比較(奥村秦モデル郊外)を示す。

いずれも回線設計上の通話エリア(11.6dB μ V以上)のみをプロットしている。シミュレーションツールの色に合わせるため、図 5-6 の結果とはプロット色を変えている。シミュレーションは、地形及び平均的な建物や樹木の状態を元に計算しており、建物や樹木の密集度や個々の大きさなど実際の状況による減衰は考慮していない。

奥村秦モデル開放地と比較すると測定値が低く、奥村秦モデル郊外と比較するとおおむね同様のレベルであった。



地理院地図(電子国土 web) <http://maps.gsi.go.jp> を加工して使用
 図 5-7 測定値とエリアシミュレーションの比較(奥村秦モデル開放地)



地理院地図(電子国土 web) <http://maps.gsi.go.jp> を加工して使用
 図 5-8 測定値とエリアシミュレーションの比較(奥村秦モデル郊外)

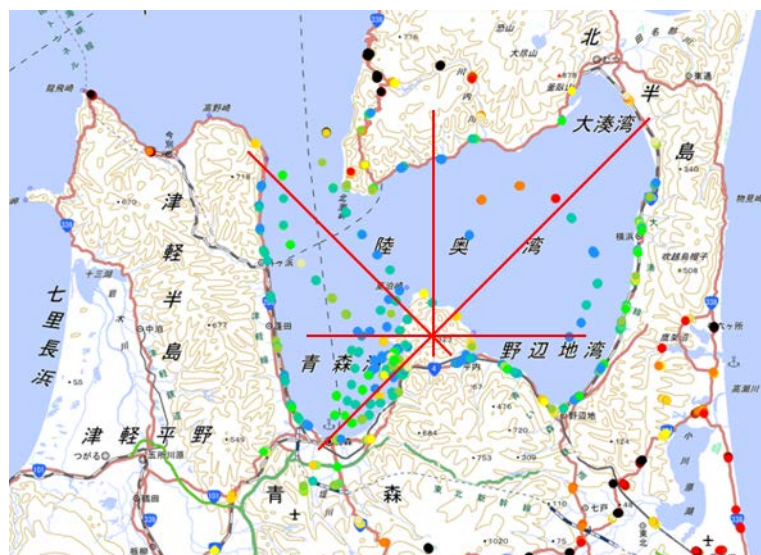
5.9 信号強度ポイント比較

測定の結果から方位と距離がほぼ同じものを抽出し、デジタル(4値FSK)と現行マリンコミュニティホーンを比較したものを表 5-2 に、比較した方位を図 5-9 に示す。

例えば、南西方向に約 4480m の地点では、マリンコミュニティホーンが-102dBm に対して、デジタル実験試験局が-104dBm と、ほぼ同じ信号強度が得られた。同様に他の方位でもマリンコミュニティホーンとデジタル実験試験局は、ほぼ同等の信号強度となっている。

表 5-2 測定結果の比較(デジタル(4値FSK)対マリンコミュニティホーン)

方位	方位角[度]	距離[m]	信号強度[dBm]	
			アナログ(FM)	デジタル(4値FSK)
南西	225	4480	-104	-102
西	271	4940	-81	-81
北西	315	7320	-82	-77
北西	317	28200	-84	-83
北	357	9820	-78	-78
北	3	21460	-84	-82
北東	44	48250	-107	-102
北東	46	6160	-89	-78
東	77	28610	-105	-105



地理院地図(電子国土 web) <http://maps.gsi.go.jp> を加工して使用

図 5-9 比較した方位

5.10 信号強度測定考察、結論

- デジタル実験試験局の信号強度は、現行マリンコミュニティホーンと比較してほぼ同等であった。
- 水ヶ沢山基地局からは、陸奥湾全域が見通せ、青森市内も含め広範囲に使用できることがわかった。
- 水ヶ沢山は、夏泊半島の中央部にあり、周辺が高台になっていることから、半島の海岸道路や半島近傍では信号強度が弱くなっている。
- 2波モデルについては、実証日程、取得データ量等々の関係から、十分な考察に至っていない。
- シミュレーションとの比較では、実測値は奥村秦モデル郊外に近い傾向が認められた。

デジタル(4値FSK SCPC)方式を海上用途で使用した場合、通話エリアはアナログ(FM方式)と同等に確保できる実証結果であった。