

宇宙開発研究同好会活動記録

2019/11/15

実験責任者:相良翼

作業者:芳賀和輝

記録係:森一茶

昨日から本日にかけて2本の標準ダイポールの距離を変化させた時SDRのdBを記録し、フリスの伝達公式で求めた電波強度と比較しました。

実験のために用意したものは以下の通りです。

- SSG
- RTL-SDR①
- 標準ダイポール2本

2本の標準ダイポールの距離を変化させた時の電波強度に関する実験は以下の手順で行いました。

1. SSGの周波数を437.000MHzに設定し、RTL-SDRのTuner Gainを0dBに設定しました。
2. SSGと標準ダイポール1を接続しました。RTL-SDRと標準ダイポール2を接続しました。
3. 標準ダイポールの間隔を10cmにして設置しました。
4. SSGを-50dBmに設定し記録を残しました。
5. SSGを10dBmずつ、0dBmになるまで増加させ記録を残しました。
6. 標準ダイポールの間隔を10cmずつ150cmになるまで離し、それぞれの間隔で手順4,5を行いました。

図 1 に実験環境の様子を示します。



図 1 実験環境

表 1 に標準ダイポールの間隔を変化させた時の電波強度を示します。

表 1. 標準ダイポールの間隔を変化させた時の電波強度

SSG[dBm]	アンテナ間距離[cm]														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
0		-17.1	-17.9	-17.9	-18.5	-20.5	-23.6	-26	-23.6	-24	-26.7	-32.7	-29.4	-28.1	-28.7
-10	-19.8	-25.4	-27.7	-27.7	-28.4	-30.4	-33.6	-35.9	-33.5	-33.8	-36.8	-42.2	-39	-37.9	-38.8
-20	-29.7	-35.4	-37.6	-37.6	-38.3	-40.4	-43.6	-45.5	-43.6	-43.8	-46.6	-52.2	-49.1	-48.2	-48.4
-30	-39.5	-45.2	-47.5	-47.5	-48.2	-50.1	-53.2	-55.4	-53.4	-53.6	-56.4	-62.2	-58.7	-57.5	-58.1
-40	-50	-55.7	-57.8	-57.8	-58.5	-60.7	-63.5	-65.1	-63.6	-63.8	-66.1	-70.6	-68	-67	-67.6
-50	-59.9	-65.1	-66.8	-66.9	-67.3	-68.9	-71.1	-72.7	-71.4	-71.6	-74	-78.5	-76.3	-75	-75.2

表 1 の緑色で示したマスはダイナミックレンジの範囲であることが確認されたマスを示しています。表 1 から SSG で-10dBm、-20dBm、-30dBm を出力した時の値についてフリ
スの伝達公式を用いて理論値を計算しました。

表 2 にフリスの伝達公式を用いた各間隔の空間減衰の値を示します。

表 2. フリスの伝達公式を用いた空間減衰

	アンテナ間距離[cm]														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
空間減衰[dB]	-5.27	-11.3	-14.8	-17.3	-19.3	-20.8	-22.2	-23.3	-24.4	-25.3	-26.1	-26.9	-27.6	-28.2	-28.8

表 3 に SSG の出力とアンテナの利得、フリスの伝達公式を用いて計算した理想的な値を用いて理論上の受信強度をまとめました。

表 3. フリスの伝達公式を用いた理論受信強度

SSG[dBm]	アンテナ間距離[cm]														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
-10	-11	-17	-20.5	-23	-25	-26.5	-27.9	-29	-30.1	-31	-31.8	-32.6	-33.3	-33.9	-34.5
-20	-21	-27	-30.5	-33	-35	-36.5	-37.9	-39	-40.1	-41	-41.8	-42.6	-43.3	-43.9	-44.5
-30	-31	-37	-40.5	-43	-45	-46.5	-47.9	-49	-50.1	-51	-51.8	-52.6	-53.3	-53.9	-54.5

以下の式に表 3 で用いた理論受信強度を求めた式を示します。

$$\begin{aligned}
 (\text{理論受信強度}) &= (\text{SSG の送信強度}) + (\text{標準ダイポール 2 本分の利得}) + (\text{空間減衰量}) \\
 &+ (\text{SDR の Tuner Gain})
 \end{aligned}$$

表 1 と表 3 から実験で得られた計測値と計算で求められた理論値をグラフにまとめ比較しました。

図 2 に SSG で -10dBm 出力した時の計測値と理論値を示します。

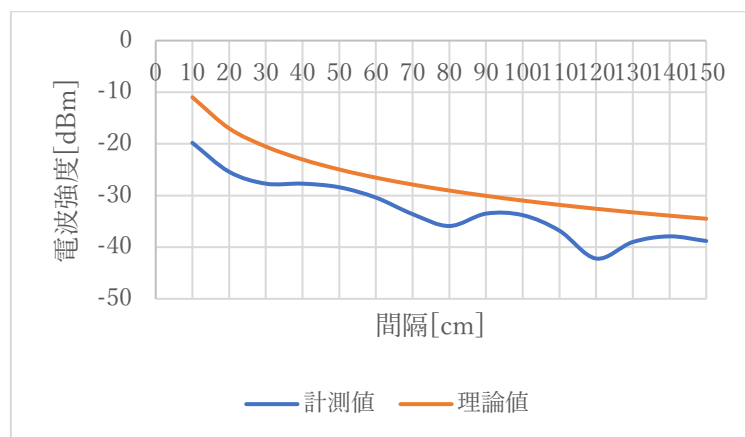


図 2 -10dBm で送信時の測定値と理想値

図 3 に SSG で-20dBm 出力した時の計測値と理論値を示します。

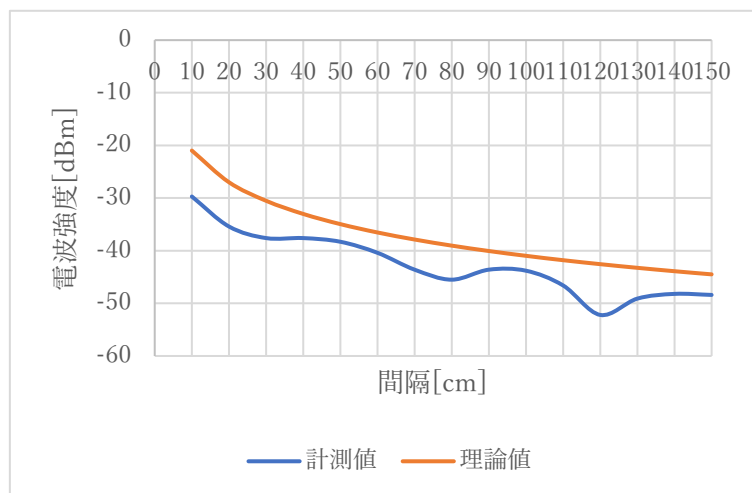


図 3 -20dBm で送信時の測定値と理想値

図 4 に SSG で-30dBm 出力した時の計測値と理論値を示します。

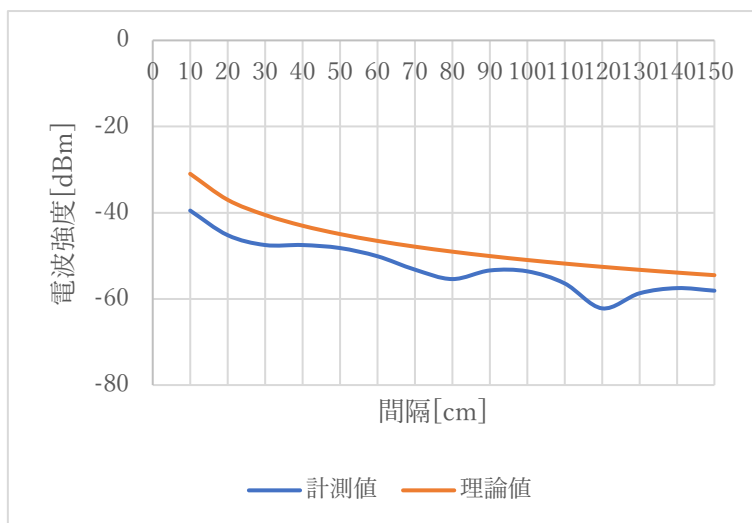


図 4 -30dBm で送信時の測定値と理想値

図 2 から図 4 より、標準ダイポールの間隔を広げるほど測定値が不安定に変化することが分かりました。また、全ての場合で理論値と計測値の間で約 10dB の差が見られました。