

전기전자심화설계및소프트웨어실습

개별프로젝트



전기전자공학부

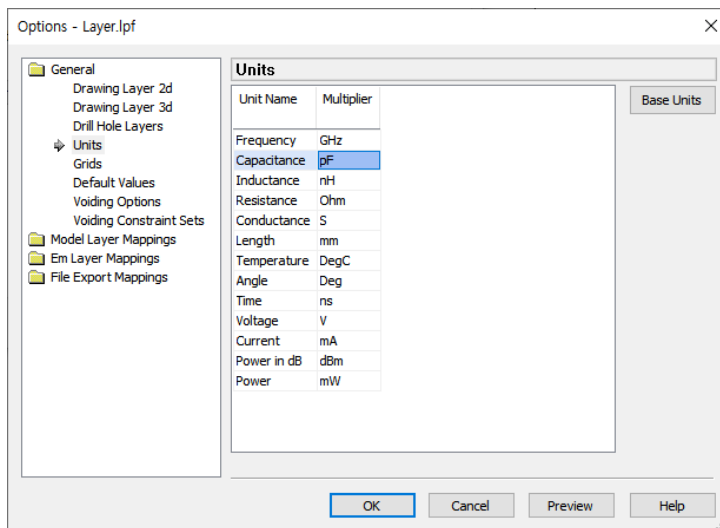
201810845 박종혁

1-1. 설계한 안테나의 AWR 설계 과정 및 모의실험 결과

AWR을 통해 Patch Antenna 설계는 다음과 같은 과정을 따른다.

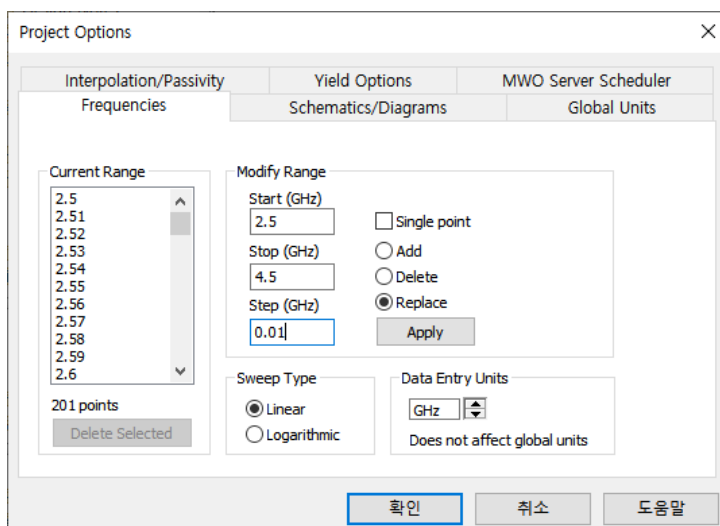


(1) Unit, Frequency 설정



- Option > Project Options > Global Units > Edit Units

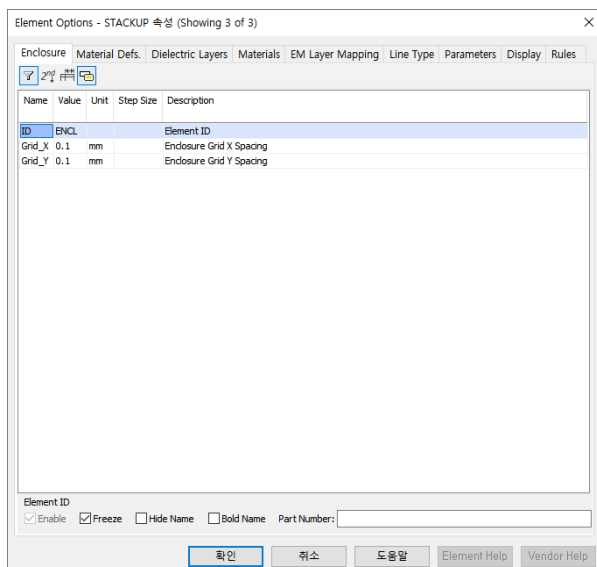
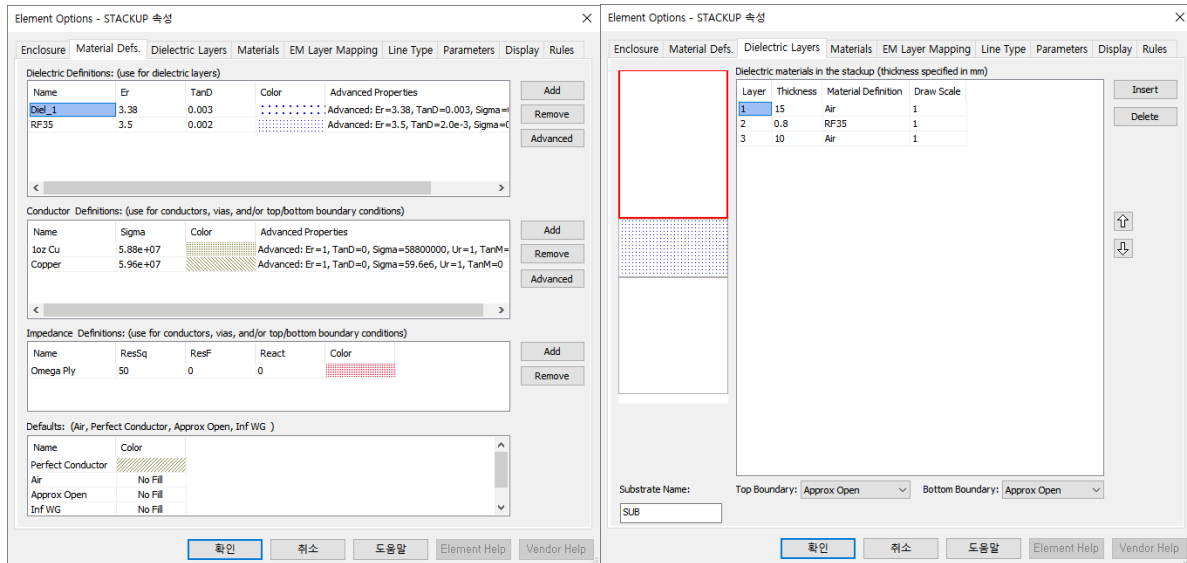
- 왼쪽과 같이 단위를 설정한다.



- Option > Project Options > Frequencies

- 패치 안테나의 반송파 주파수 근처로 시뮬레이션 할 주파수 영역을 설정한다.

(2) PCB 설정

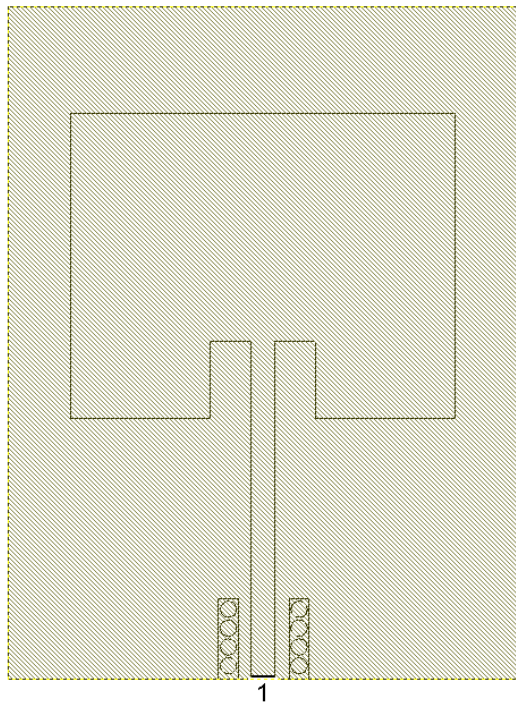


· [Project]-[EM Structures]-[오른쪽클릭]-
[New EM Structure] > AWR AXIEM
선택 > create

· 설계할 패치 안테나 기판의 물질
정보, 두께, 층을 설정한다.

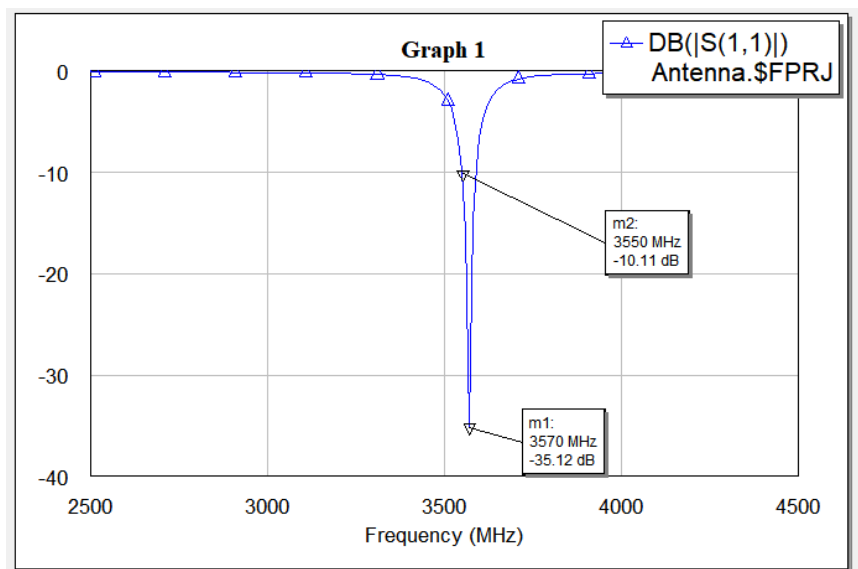
· 시뮬레이션 그리드의 미소 길이를 설
정한다.

(3) Layout 그리기

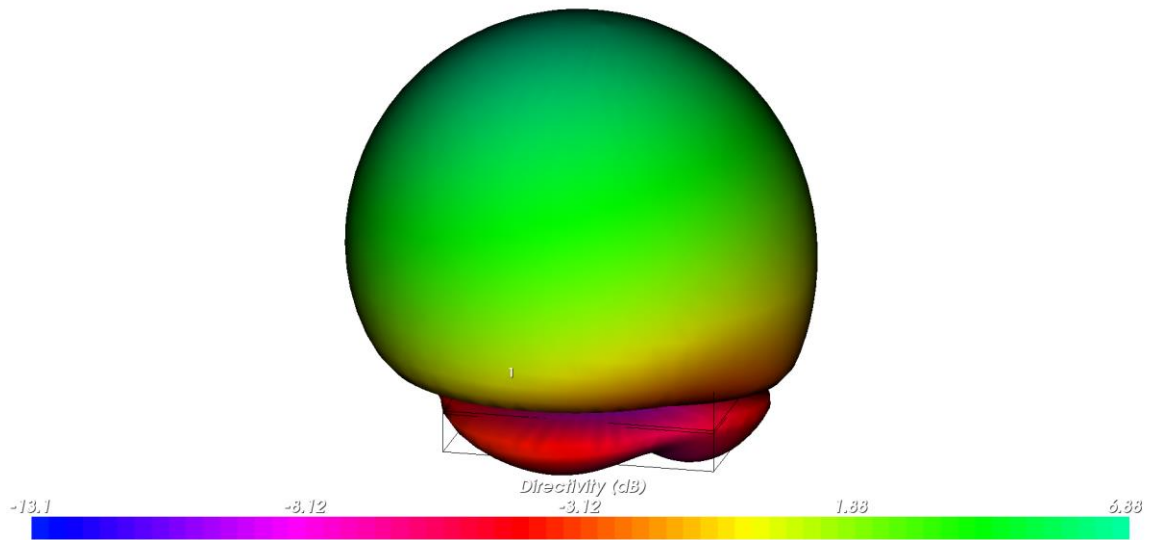


- Microstrip에서 계산되어 나온 수치를 기반으로 왼쪽과 같이 기판을 설계한다.
- Physical Length : 25.8874 mm
- Width : 1.75241 mm

(4) 시뮬레이션



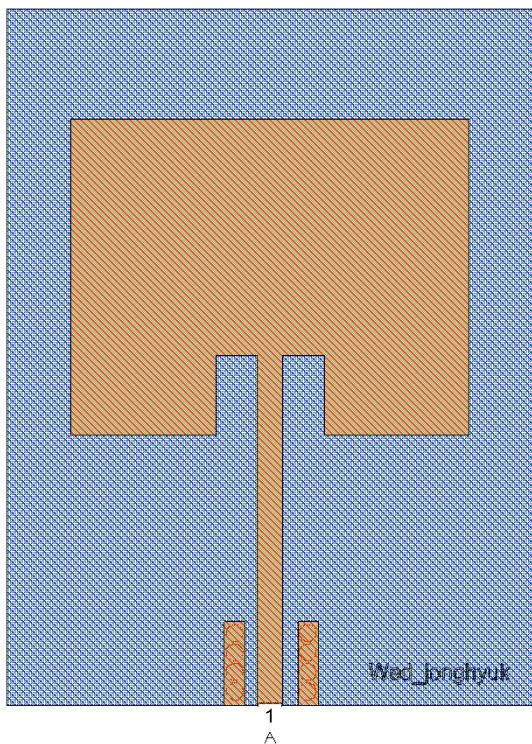
- AWR에서 제공하는 시뮬레이션 툴을 활용해, S11 파라미터를 플롯한다.
- 시뮬레이션 결과, 반송파 주파수가 3.57GHz 일때 반사 전압 비가 -35.12dB로 가장 반사 손실이 적었다.



- 안테나 방사 패턴 확인 결과, 패치 안테나 방향으로 균일하게 방사 세기가 측정되는 것을 볼 수 있다.

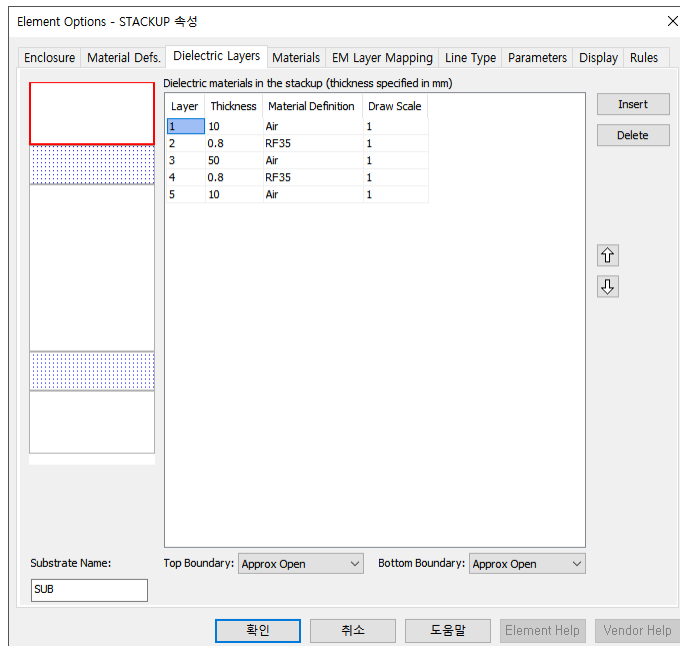
(5) Gerber 파일 생성

Gerber 파일이란, PCB 제작을 위해 사용되는 파일로 PCB의 3D 개략도를 파일로 나타낸 것이다.

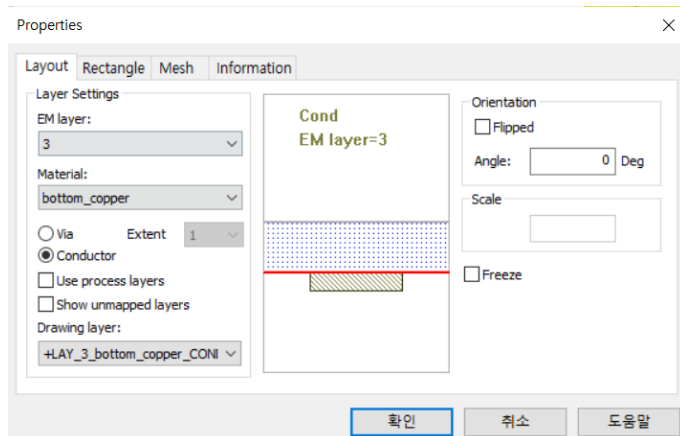


- Circuit Schematics > new Schematic > View layout
- Top mask, Top copper, Board, Bottom copper, Bottom mask 와 같이 PCB를 구성하는 각각의 layer를 순서에 맞게 생성한다.
- 전체드래그 > scripts > layout > Export PCB drill gerber > 하나의 파일로 압축 > PCB 제작업체에 의뢰

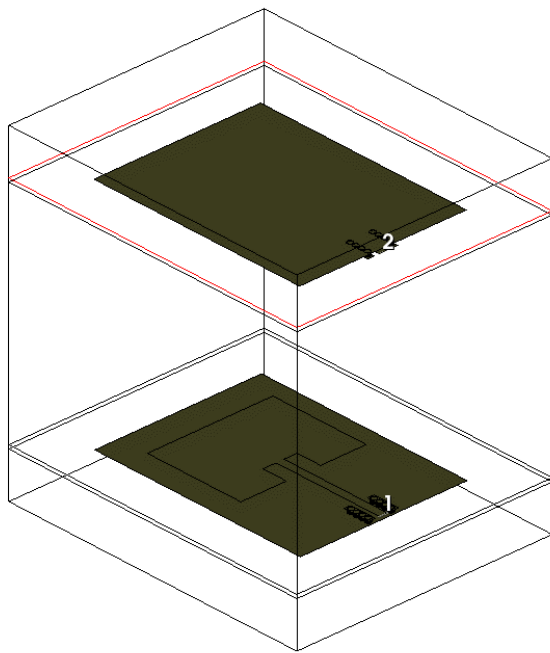
1- 2. 안테나 두개 배치해 S21 결과 모의 실험



- enclosure > Dielectric Layers
- 안테나 사이를 air로 설정해 Layer 을 5개로 늘려주었다.
- Layer 3의 두께를 조절하면서 안테나 간의 거리를 조절했다.

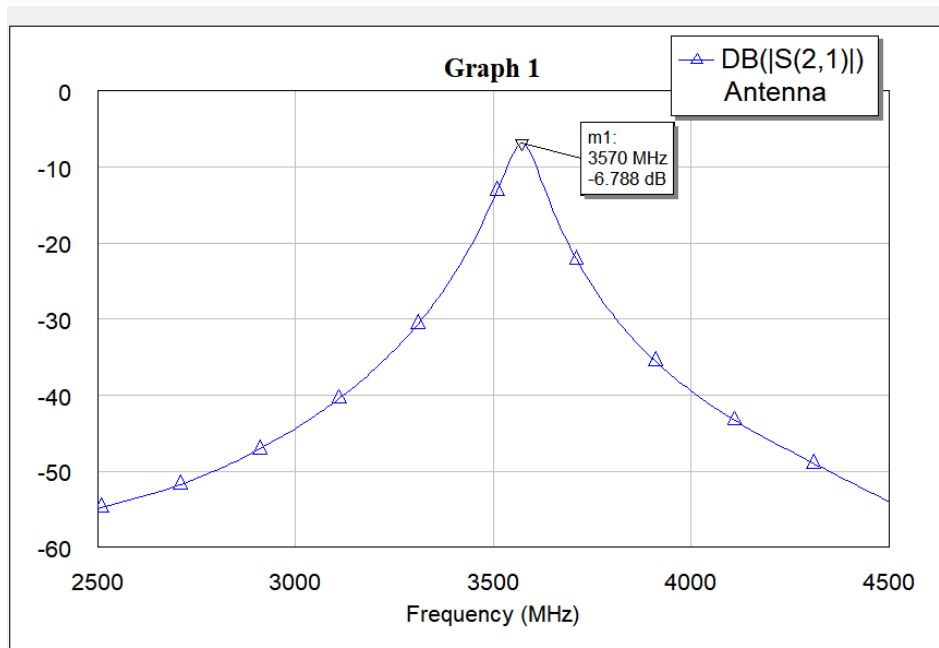


- 레이어를 5개로 늘려준 것에 맞추어 shape property를 바꾸어 주었다.

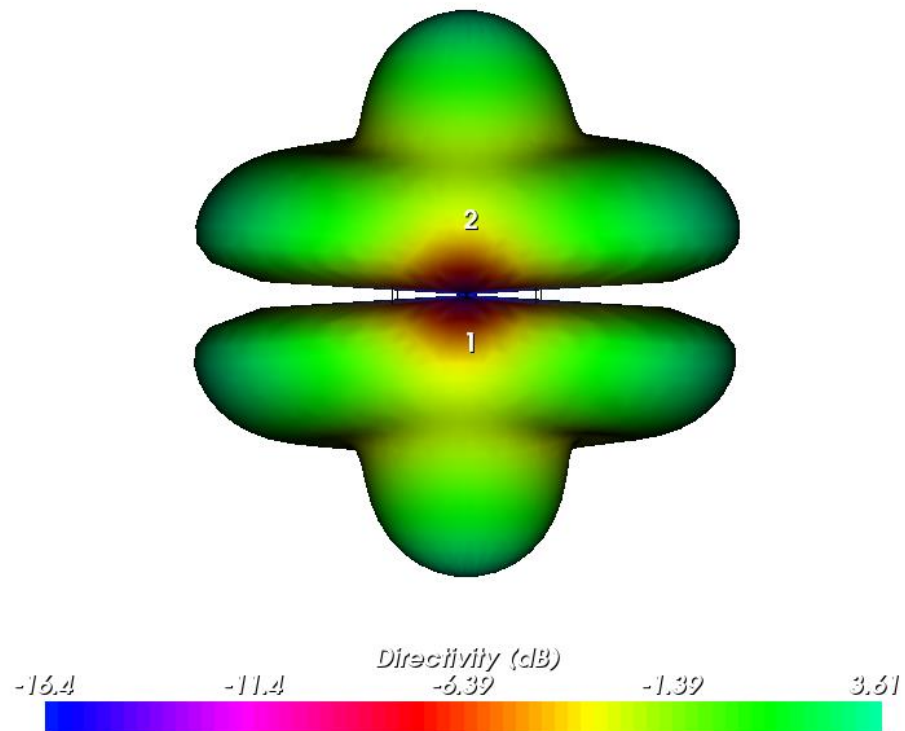


- 레이어 설정이 완료된 후의 EM structure
- 위, 아래가 평행하게 마주보도록 설정했다.
- Layer 3의 두께 조절을 통해 안테나 간의 거리를 조절했다.

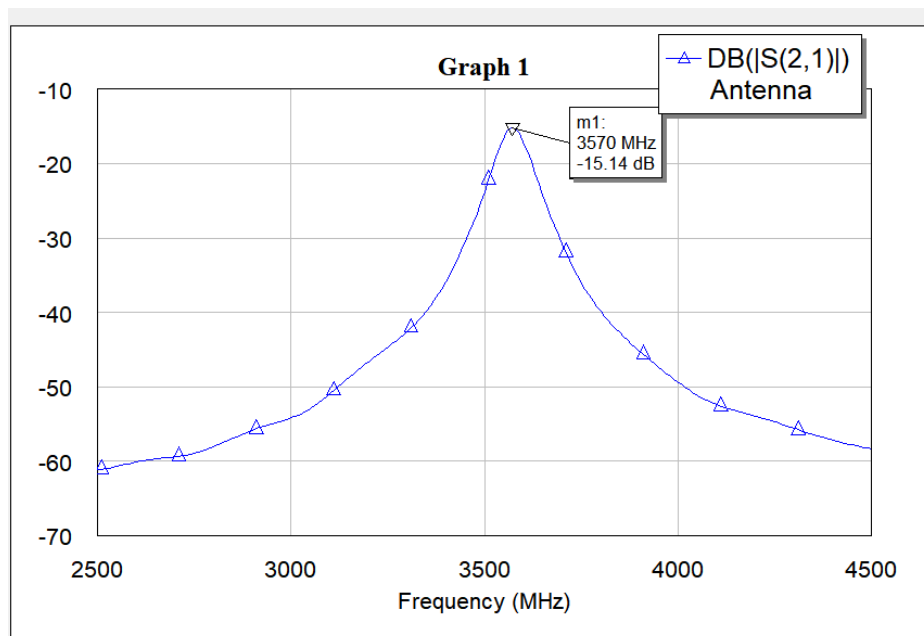
(1) $d=5\text{cm}$ 일 때 S_{21} 모의실험 플롯 및 방사 특성



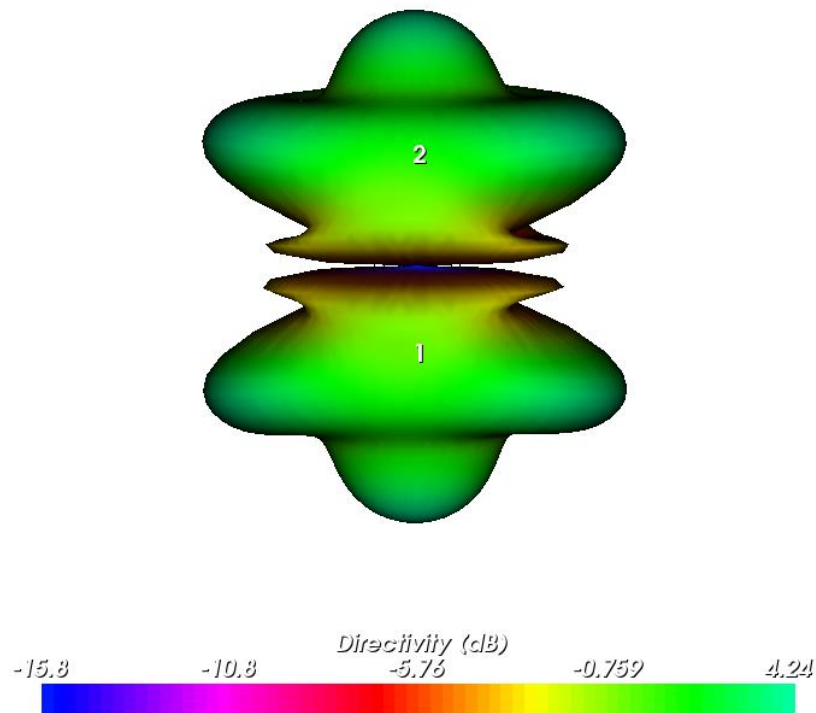
- S_{11} 과 마찬가지로, 3570 MHz 에서 peak인 것을 확인할 수 있다.
- 3570MHz에서 -6.78dB 값을 보인다.



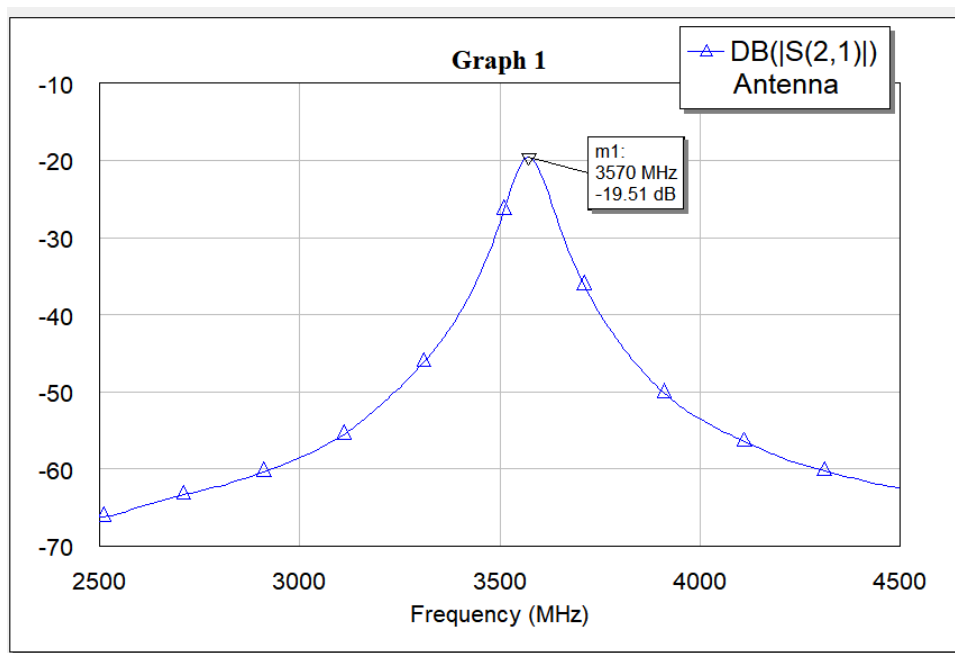
(2) d=15cm 일 때 S21 모의실험 플롯 및 방사 특성



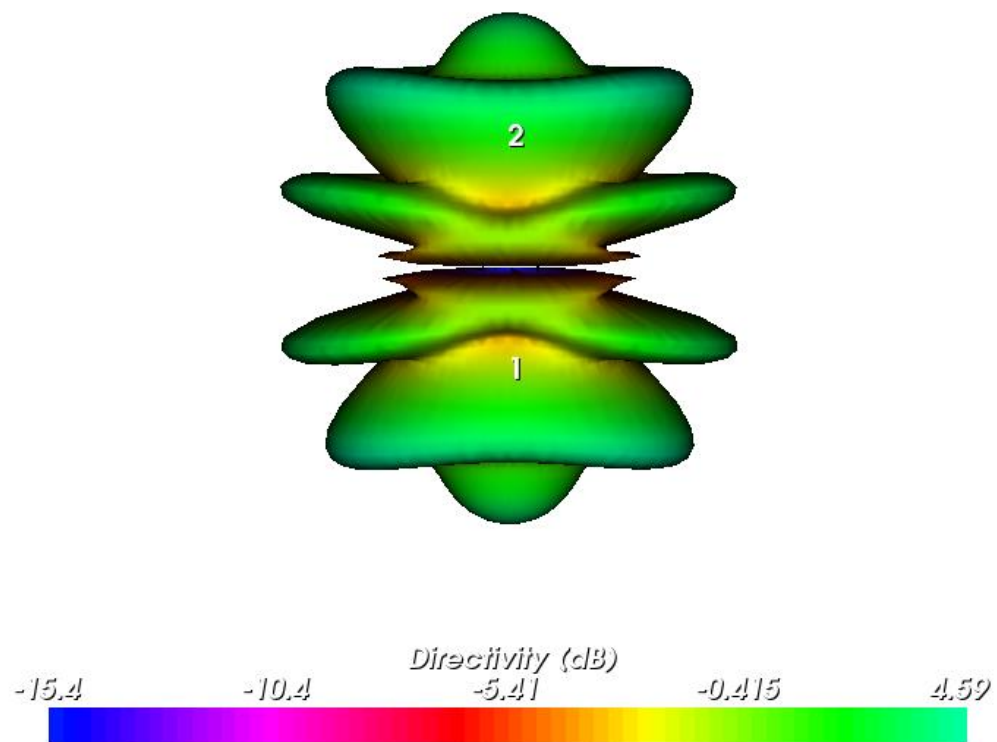
- d=5cm 와 마찬가지로, 3570 MHz 에서 peak인 것을 확인할 수 있다.
- 하지만, S21 파라미터 값은 -15.14dB로 거리가 늘어난 만큼 안테나 특성이 나빠진 것을 볼 수 있다.



(3) d=25cm 일 때 S21 모의실험 플롯 및 방사 특성



- d=5cm 와 마찬가지로, 3570 MHz 에서 peak인 것을 확인할 수 있다.
- 거리가 더 늘어났으므로, S21 파라미터 값은 -19.51dB로 안테나 특성이 나빠진 것을 볼 수 있다.



- 방사 특성 또한, 처음 $d=5\text{cm}$ 일 때에 비해, 균일하지 못한 것을 볼 수 있다.

2. MATLAB을 활용하여 패치 안테나의 S21 파라미터 측정 및 플롯 프로그램

(1) MATLAB Code

```
1  clc;
2  clear all;
3  close all;
4
5  fs = 60e6; % sampling freq.
6  freq = [1e9-10e6 : 10e6 : 3.8e9]; % 반송파 주파수 범위
7  S21 = zeros(length(freq), 1);
8
9  % Sine wave %
10 sw = dsp.SineWave; % sine wave 생성
11 sw_setting(sw, 30e6, length(freq)); % freq : 3MHz
12
13 % Transmit settings %
14 tx = sdrtx('Pluto');
15 tx.BasebandSampleRate = fs;
16 tx.Gain = 0;
17 txdata = sw();
18
19 % Receive settings %
20 rx = sdr rx('Pluto');
21 rx.BasebandSampleRate = fs;
22 rx.OutputDataType = 'double';
23 rx.SamplesPerFrame = length(freq); % txdata.SamplesPerFrame의 2배
24 rx.GainSource = 'Manual';
25 rx.Gain = 0;
26
27 i = 1;
28
29 pause(3) % 안테나 위치 조절을 위한 시간
30
31 for fc = freq
32
33     % 반송파 주파수 설정 %
34     tx.CenterFrequency = fc;
35     rx.CenterFrequency = fc;
36
37     % 신호 송수신 %
38     transmitRepeat(tx, txdata);
39     rxdata = rx();
40
41     % 송수신 신호의 전력 계산 %
42     tx_power = bandpower(real(txdata));
43     rx_power = bandpower(real(rxdata));
44
45     % 전력비를 통해 S21 파라미터 계산 %
46     S21(i) = 10 * log10( rx_power/tx_power );
47
48     i = i + 1;
49
50     release(rx)
51     release(tx)
52
53 end
```

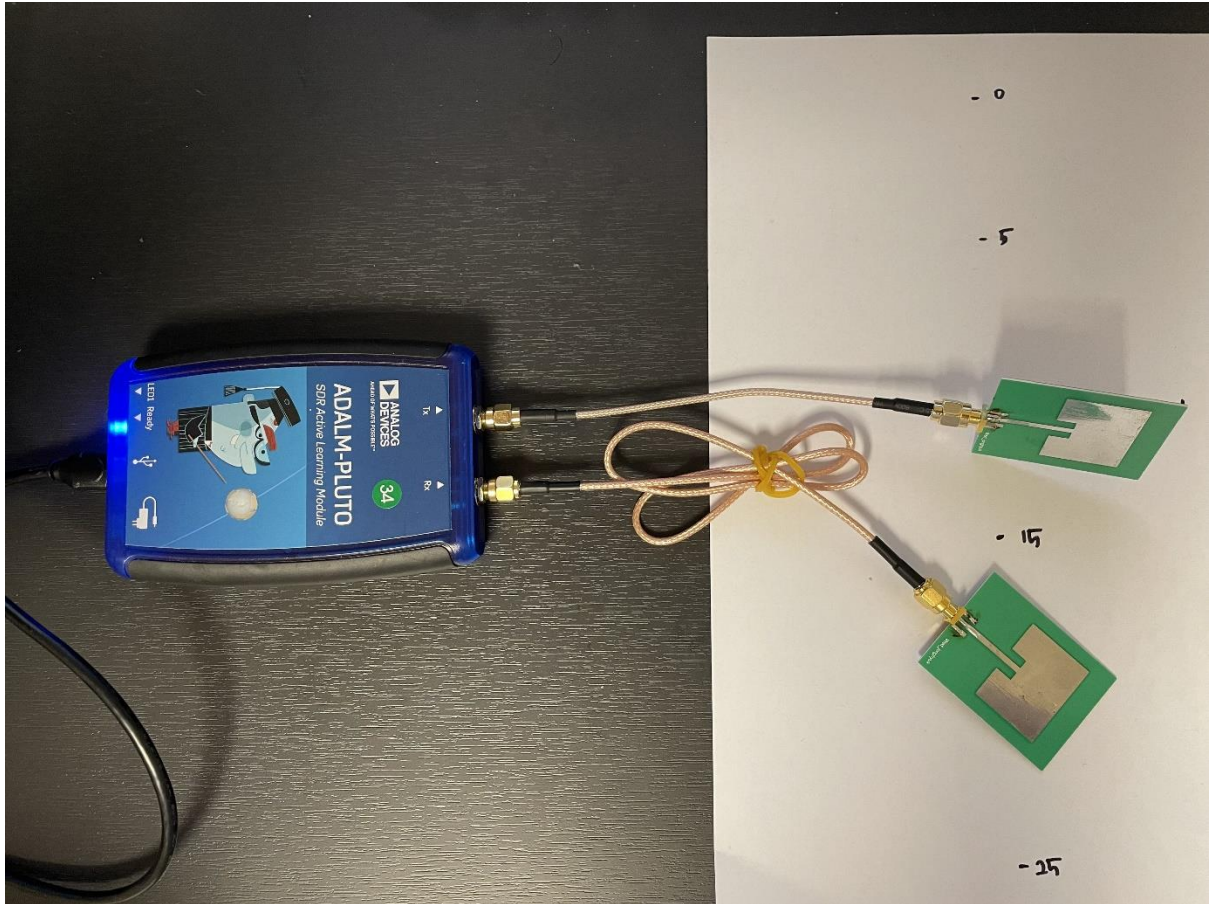
```

1  % PLOT %
2  [MAX, index] = max(S21);
3  str1 = sprintf('<Peak>\n%d MHz\n%.2f dB', freq(index)/1e6, MAX);
4  str2 = sprintf('%d MHz', freq(index)/1e6);
5  dim = [.2 .5 .3 .3];
6
7  figure()
8  plot(freq, S21)
9  title('S21 Parameter', 'FontWeight','bold', 'FontSize', 13)
10 ylim([-50 0])
11 xlim([1e9 3.8e9])
12 xline(freq(index), '--r', {str2})
13 xlabel('Frequency', 'FontWeight','bold')
14 ylabel('dB', 'FontWeight','bold')
15 annotation('textbox',dim,'String',str1,'FitBoxToText','on');
16 grid on
17
18 release(sw);
19 release(rx)
20 release(tx)
21
22 % sine wave 설정을 위한 함수 선언 %
23 function sw_setting(sw, freq, samplesPerFrame)
24     sw.Amplitude = 0.5;
25     sw.Frequency = freq;
26     sw.ComplexOutput = true;
27     sw.SampleRate = 1e9; % sampling freq.
28     sw.SamplesPerFrame = samplesPerFrame;
29 end

```

3. Pluto 안테나 연결 실험 사진 및 S21 파라미터 플롯 결과

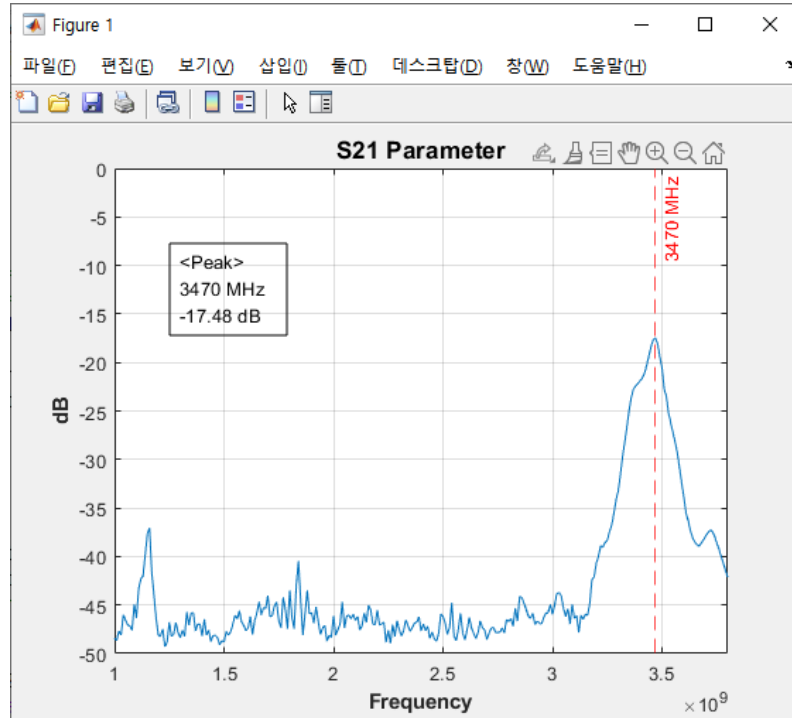
(1) Pluto 안테나 연결 실험 사진



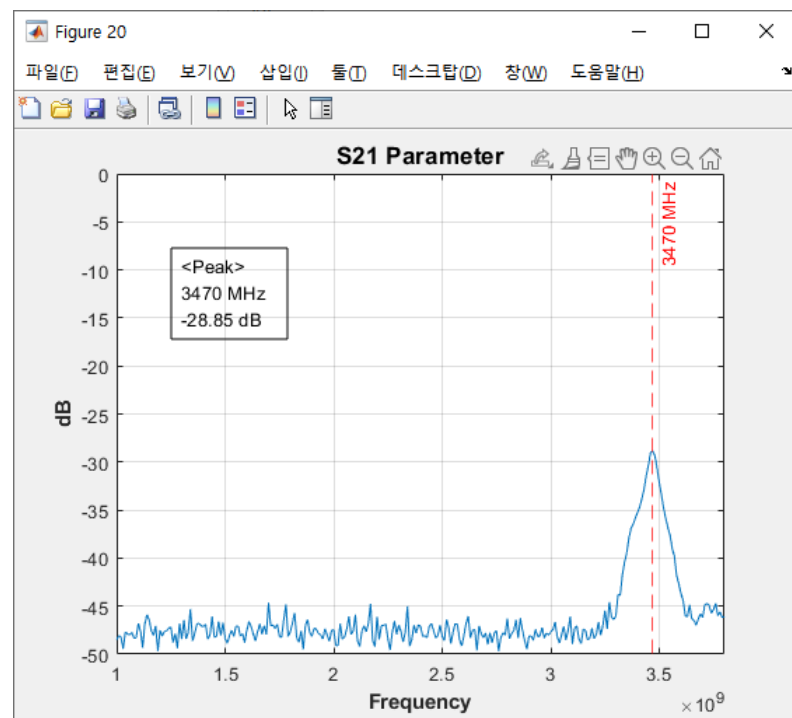
(2) S21 파라미터 플롯

▶ 두 개의 Patch 안테나를 평행하게 마주보게 할 때 거리에 따른 측정

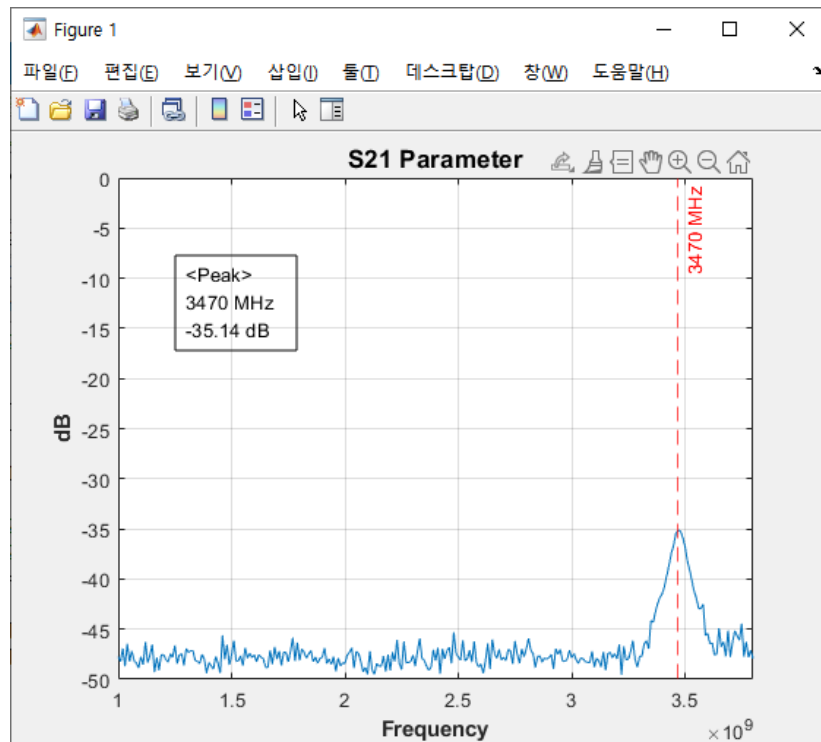
① $d = 5\text{cm}$



② $d = 15\text{cm}$

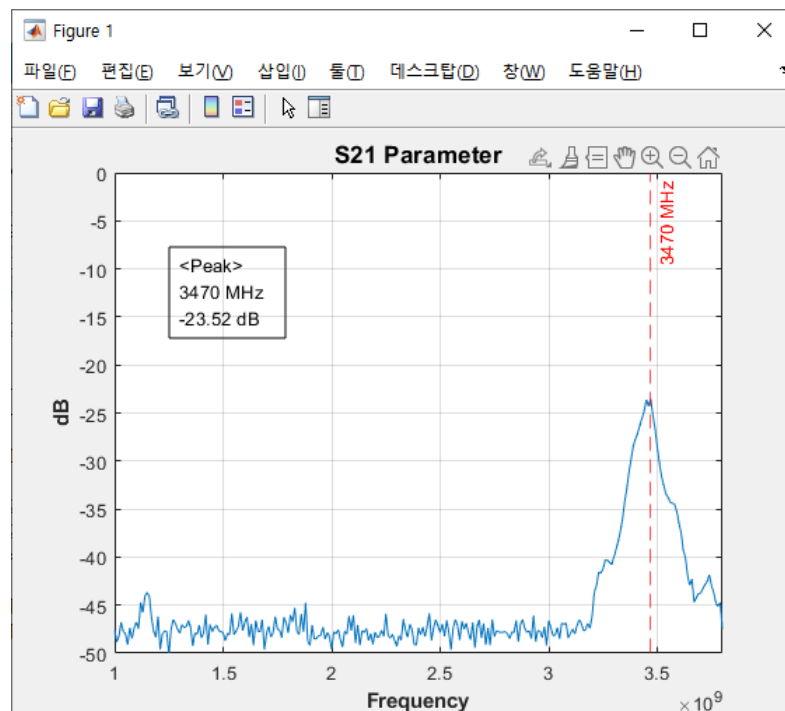


③ d= 25cm

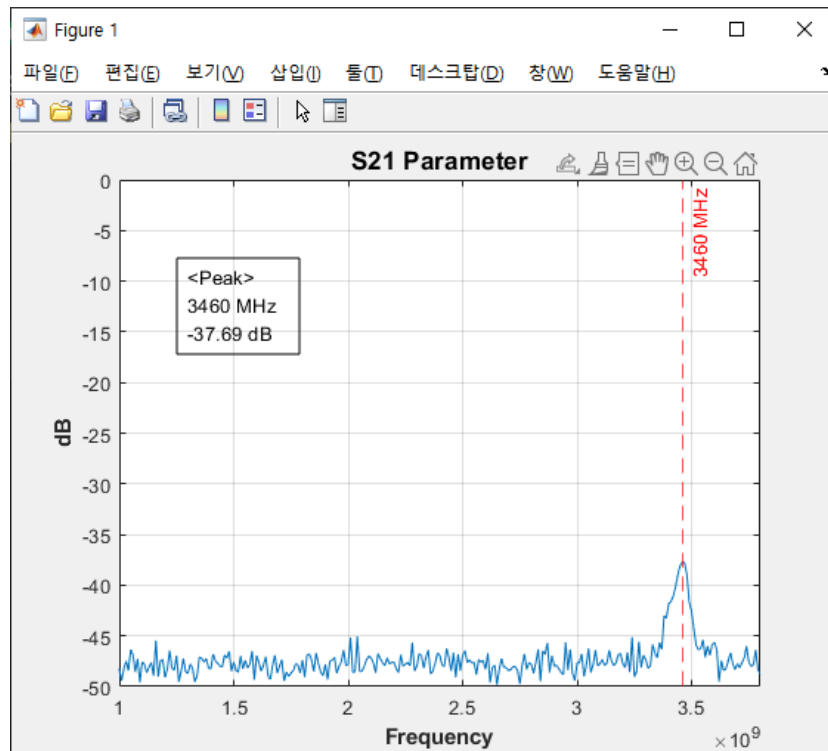


▶ 두개의 Patch 안테나를 평행하게 마주보게 하되, 수신부 안테나를 90도 회전시킨 후 거리에 따른 측정

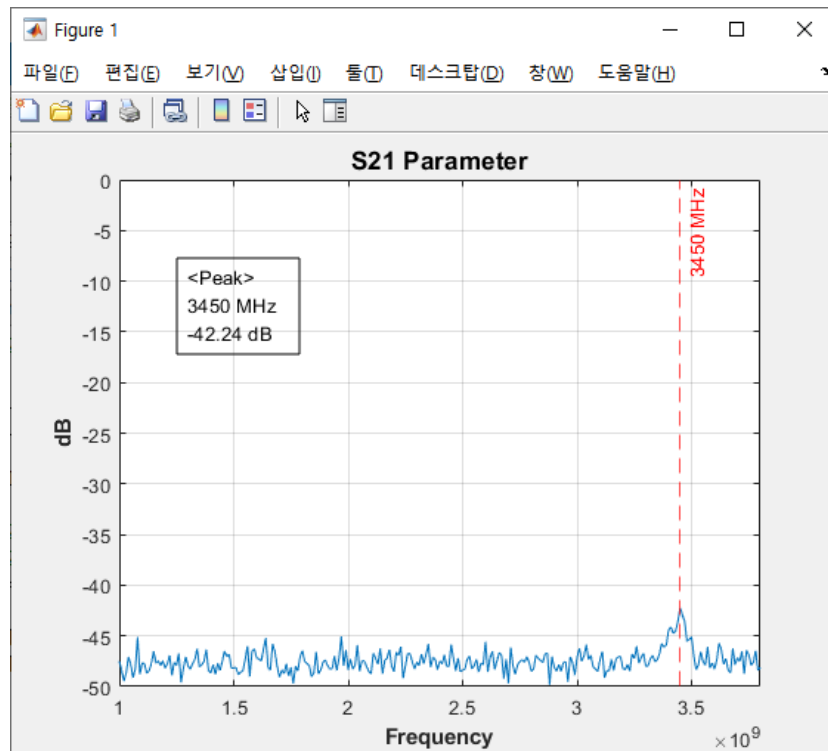
① d = 5cm



② $d = 15\text{cm}$



③ $d = 25\text{cm}$



4. 결과 분석

▶ A : 안테나가 평행으로 마주보고 있을 때

▶ B : 안테나가 평행으로 마주보되, 수신부
안테나를 90도 회전했을 때



| d | A | | B | |
|-------|----------|-----------|----------|-----------|
| 5 cm | 3470 MHz | -17.48 dB | 3470 MHz | -23.52 dB |
| 15 cm | 3470 MHz | -28.85 dB | 3460MHz | -37.69 dB |
| 25 cm | 3470 MHz | -35.14 dB | 3450MHz | -42.24 dB |

안테나가 평행으로 마주보고 있을 때(A), 거리에 상관없이 모두 공통적으로 반송파 주파수가 3470MHz일 때 피크였고, 거리가 가까울수록 dB 값이 작다. 이는, 해당 패치 안테나가 3470MHz의 주파수 대역에서 신호를 가장 잘 통과시키고, 안테나 간의 거리가 멀어질수록 손실 되는 신호가 많아진 다는 것을 의미한다.

안테나가 평행으로 마주보되, 수신부 안테나를 90도 회전했을 때(B)도 대체로 반송파 주파수가 3470MHz 일 때 피크였지만, A 상황일 때 비해 전체적으로 투과 계수가 낮은 것을 볼 수 있다. 이는, 안테나의 모든 면이 포개지도록 평행하지 않으면 손실되는 신호가 많아진다는 것을 의미한다.

따라서, 안테나의 S21 파라미터(투과 계수)는 안테나 간의 거리에 반비례하고, 정확하게 포개지며 평행할 수록 안테나 특성이 좋아지는 것을 알 수 있다.