

# 超・野球盤

2023年 11月10日

九州工業大学 工学部

三木颯真・南翔龍

# 作品紹介

安価で臨場感のある野球盤を作成したい



野球ボールが奥の穴に入る



実況者が叫ぶ

- ホームラン
- ヒット(ベースごと)
- アウト
- ファウル

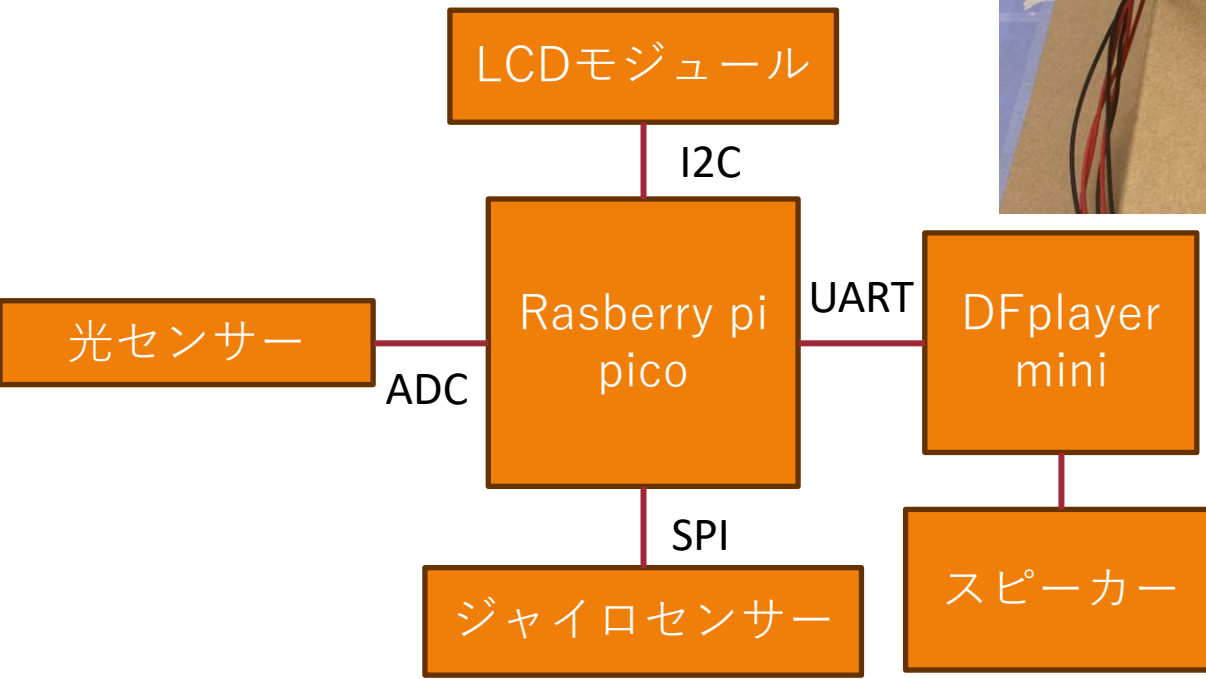
電光掲示板には状況に応じた  
文言を表示

# 作品介绍

ジャイロセンサー→バット部分

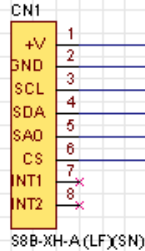
光センサー→アウト、ヒットなどの穴部分

各センサの反応に応じて音声やLCDの出力

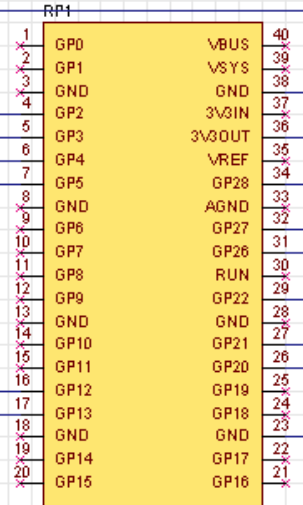


# 回路図

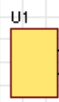
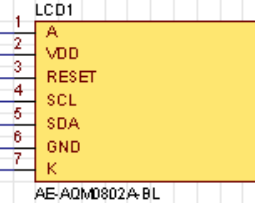
ジャイロセンサ



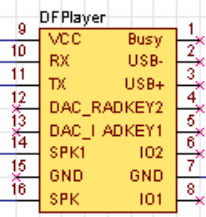
Raspberry Pi Pico



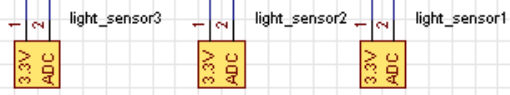
LCDモジュール



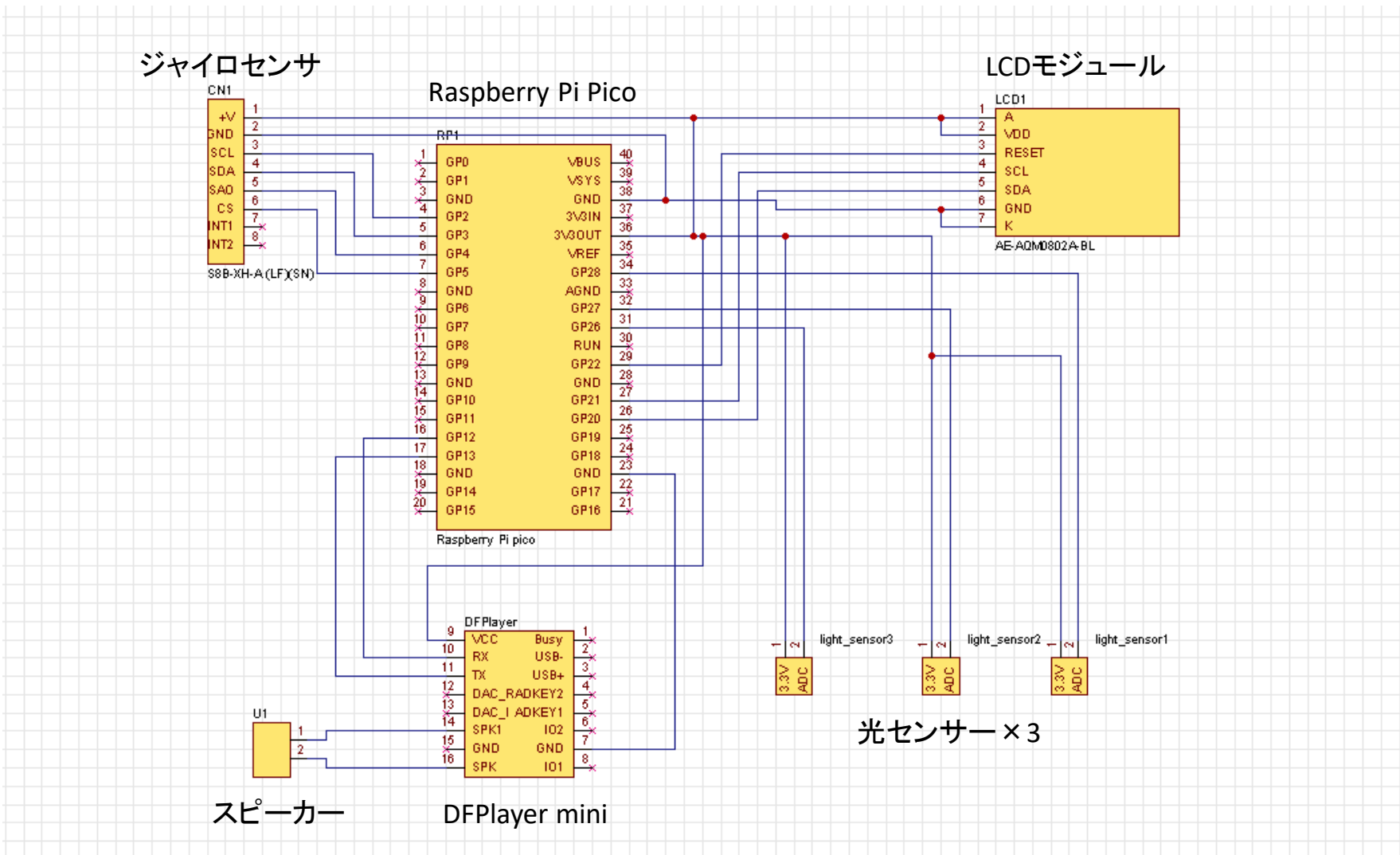
スピーカー

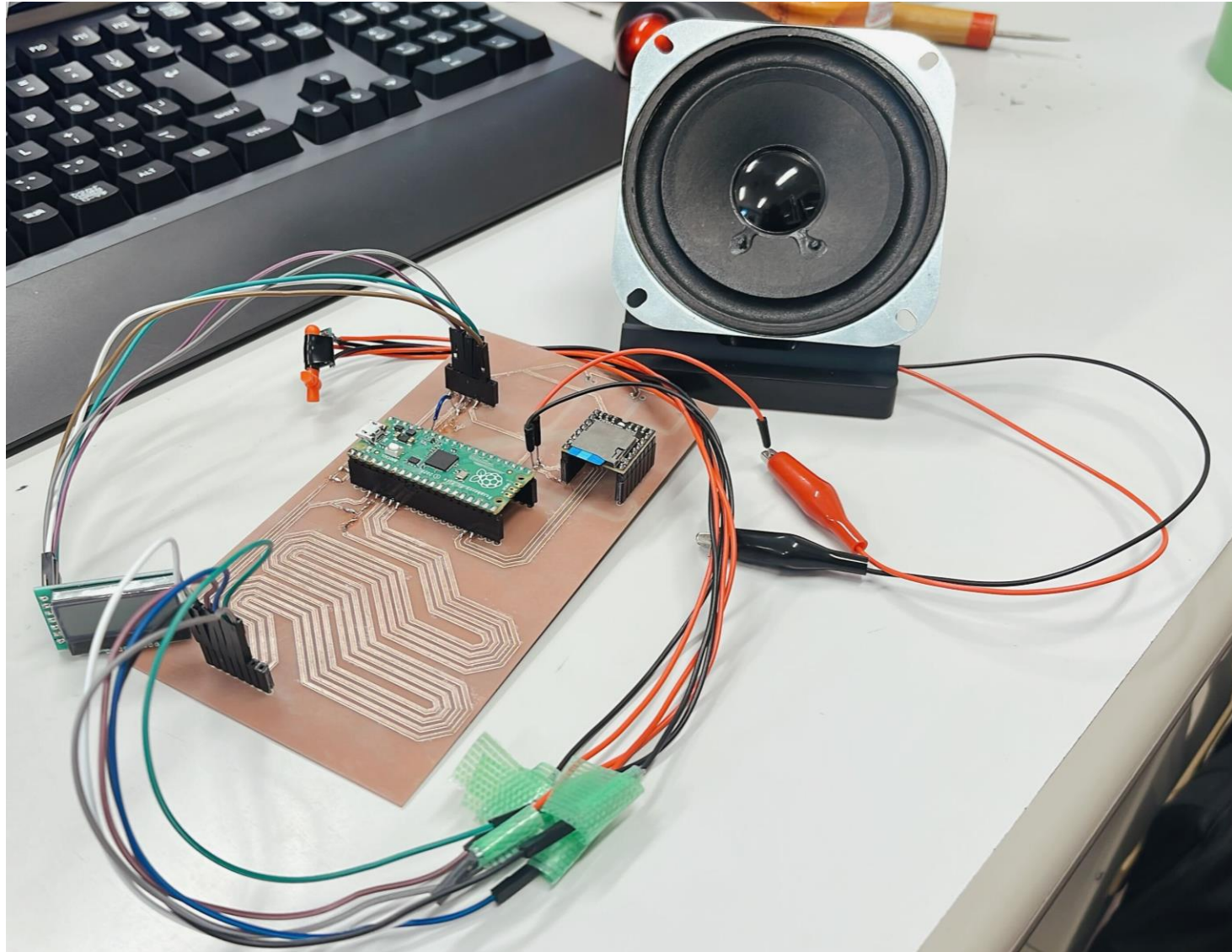


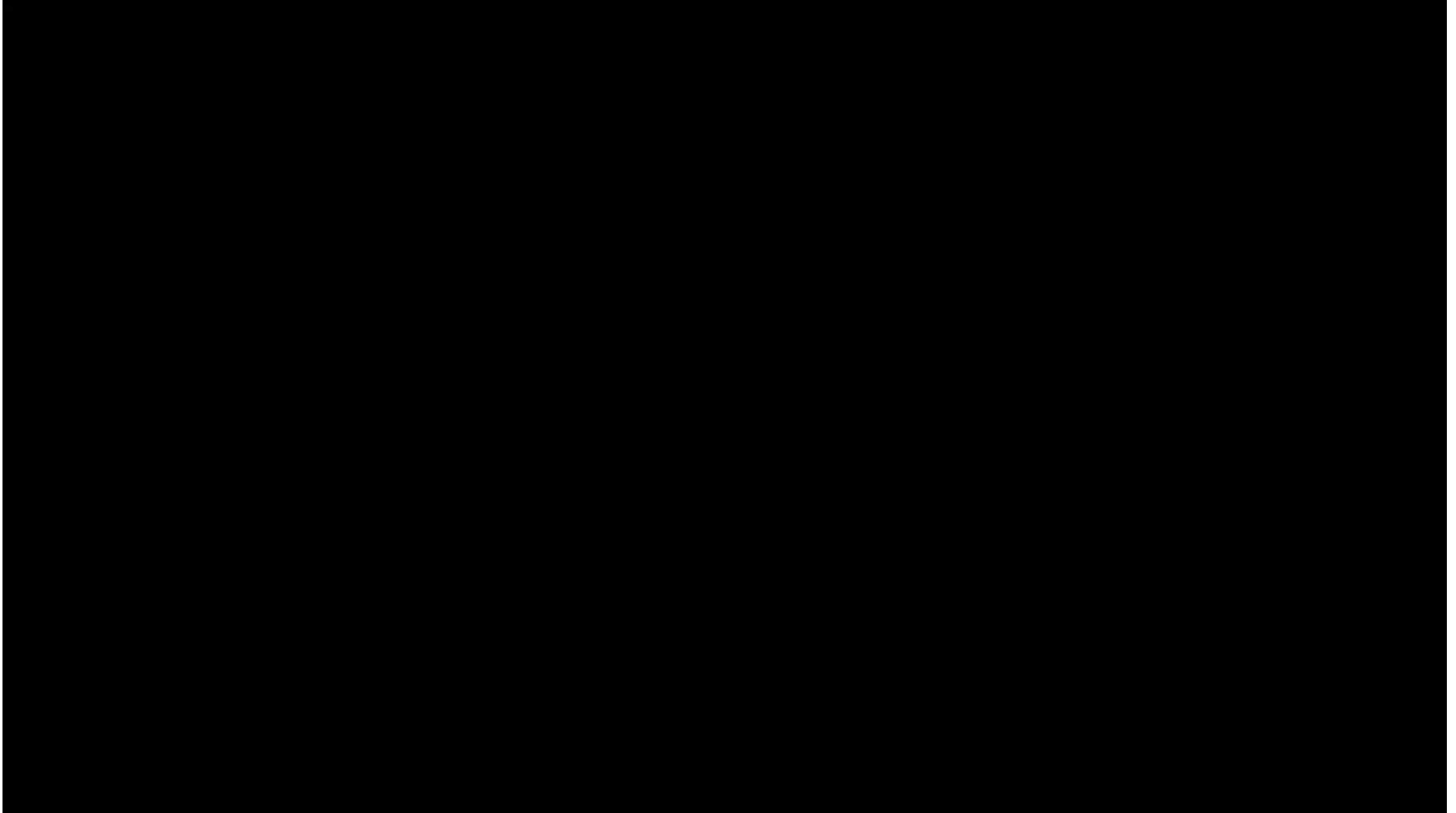
DFPlayer mini



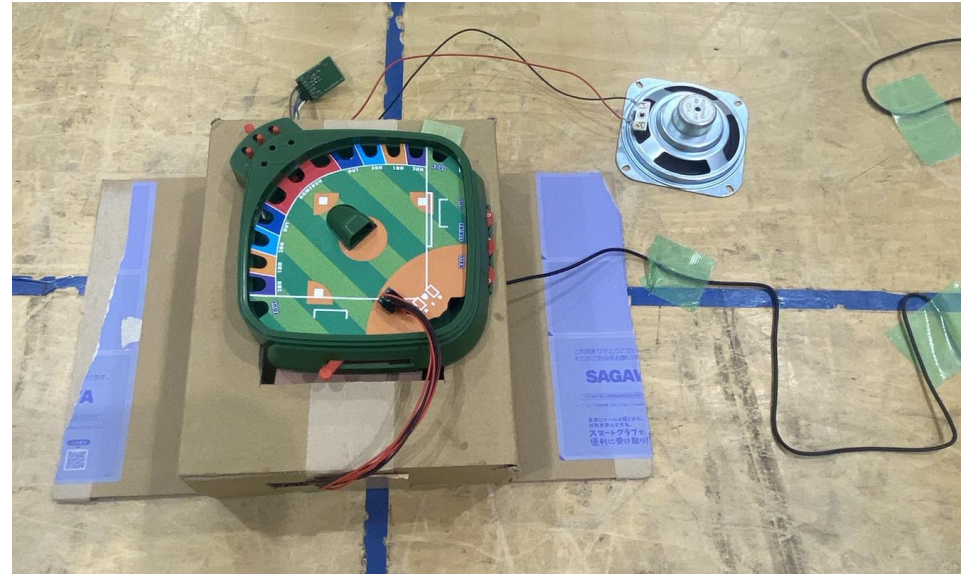
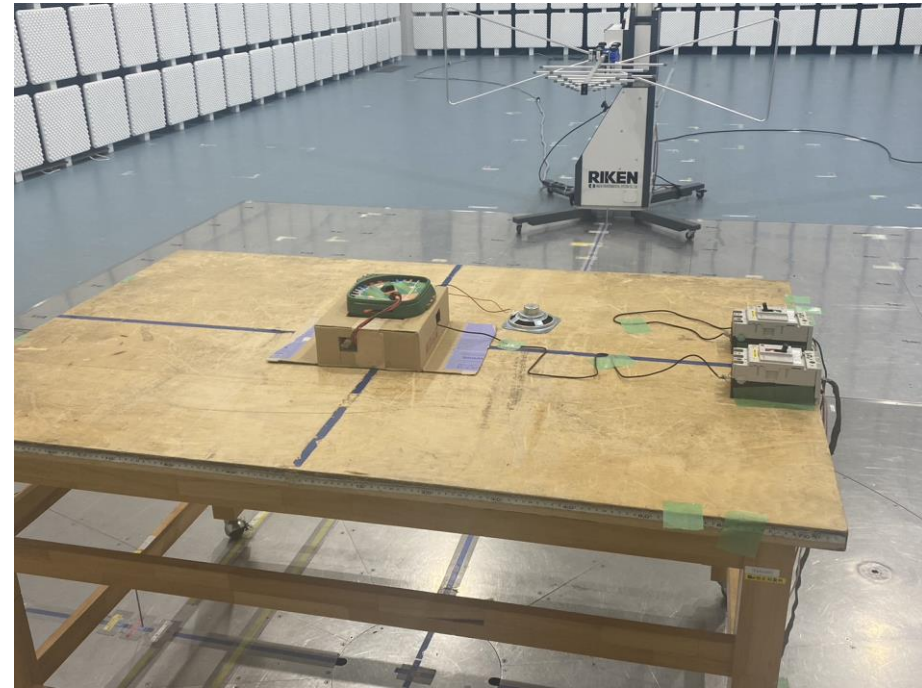
光センサー×3



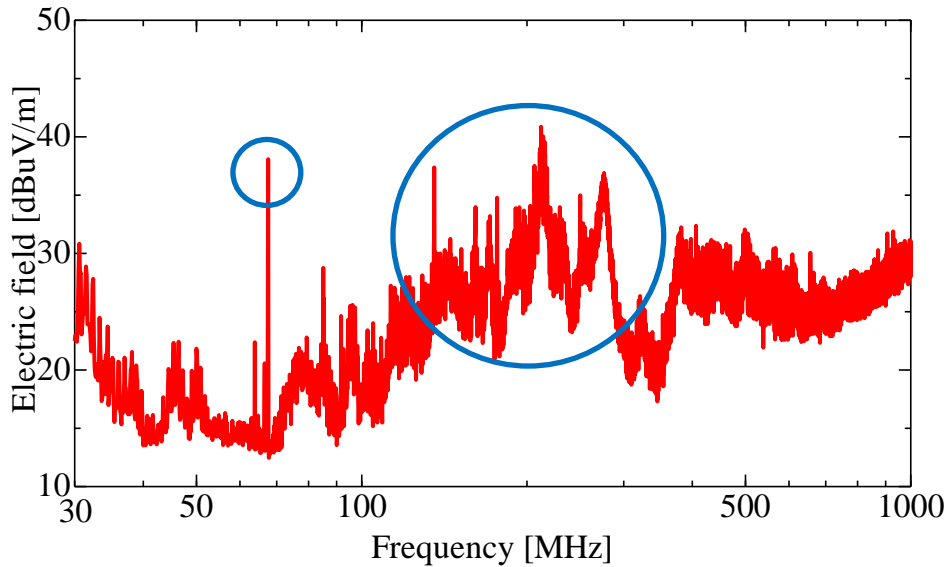




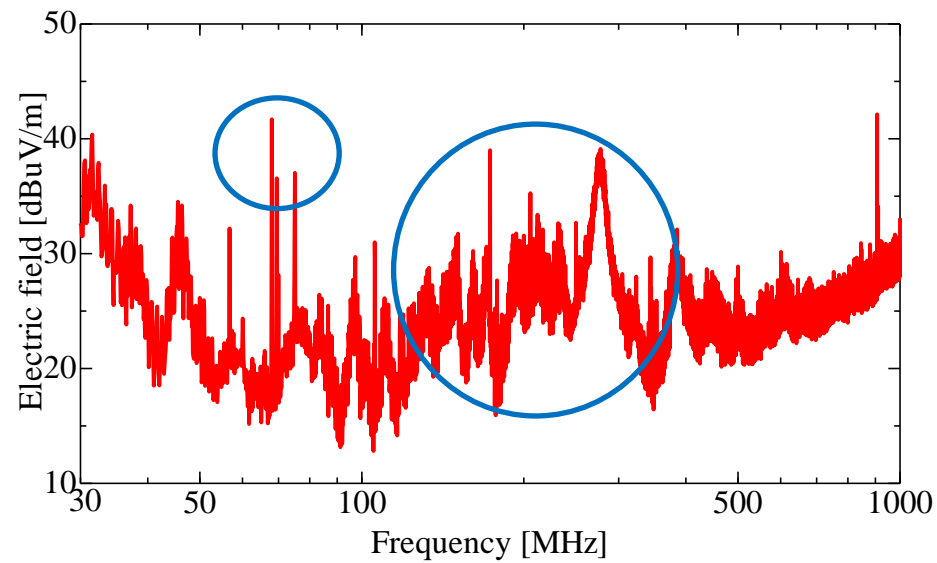
# ADOX福岡での測定風景



# ノイズ対策前測定結果



水平偏波

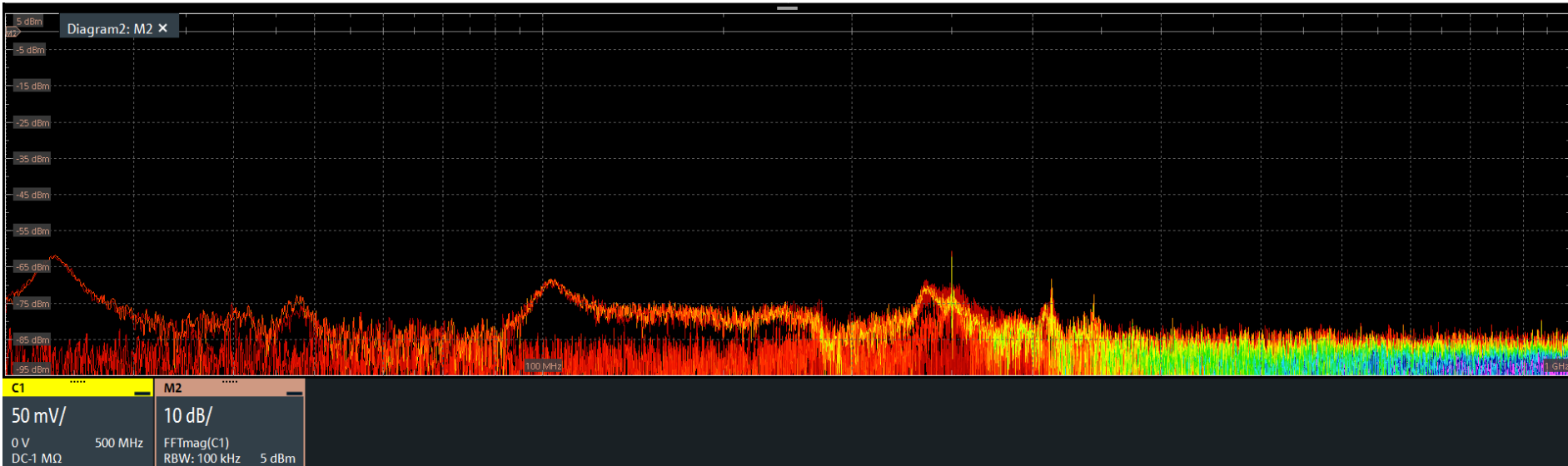


垂直偏波

- ・水平・垂直ともに70MHz付近で大きなスペクトルが発生
- ・150～300MHz付近で大きなノイズが発生



# オシロスコープでのノイズ源探索



ノイズ源を探すためにオシロスコープで各通信を行っている素子のケーブル部分を測定

ノイズ源として考えられる素子: LCD, ジャイロセンサー, DFplayer 及びスピーカー



ジャイロセンサーのケーブルで大きなノイズを確認



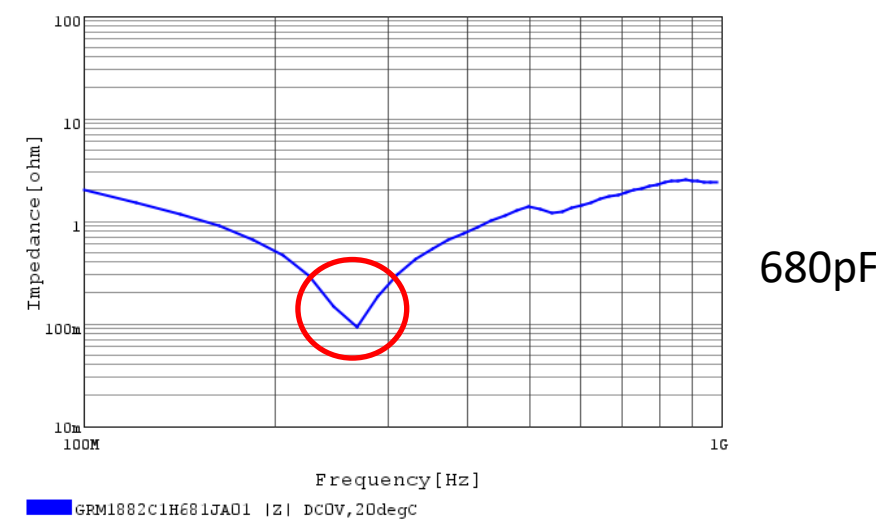
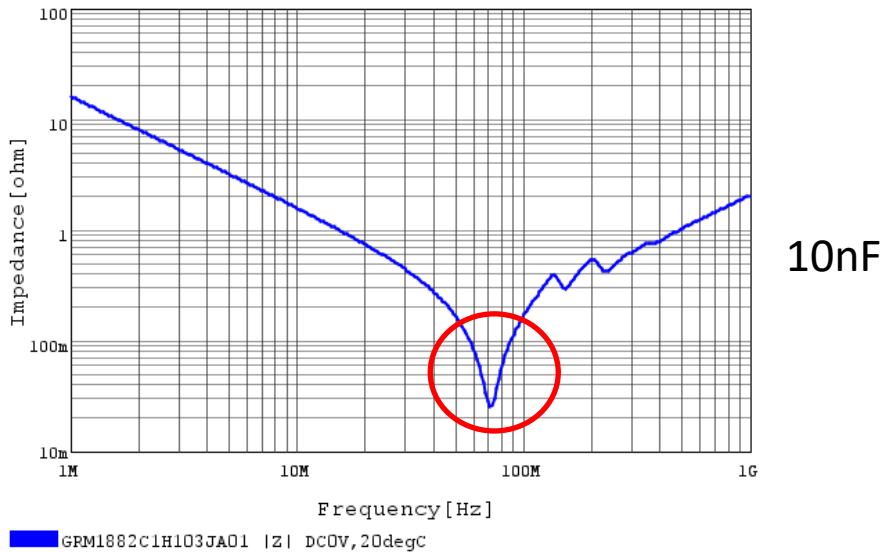
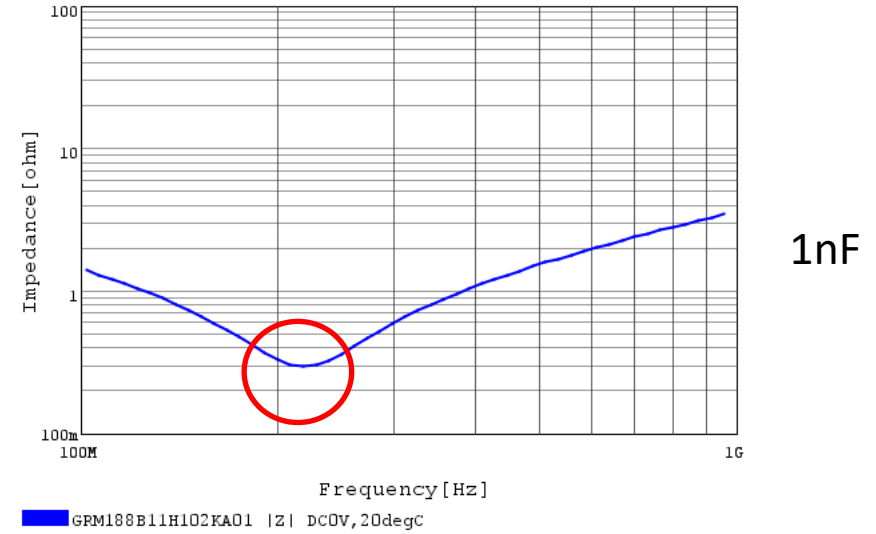
ジャイロセンサーの配線部分を中心にノイズ対策

# 対策内容・対策コスト

コスト削減のため回路基板に対してのノイズ対策を考える

- ・バイパスコンデンサ: 電源3.3VとGND間に接続
- 1nF: 220MHz付近
- 10nF: 70MHz付近
- 680pF: 270MHz付近

各周波数のノイズ低減を期待



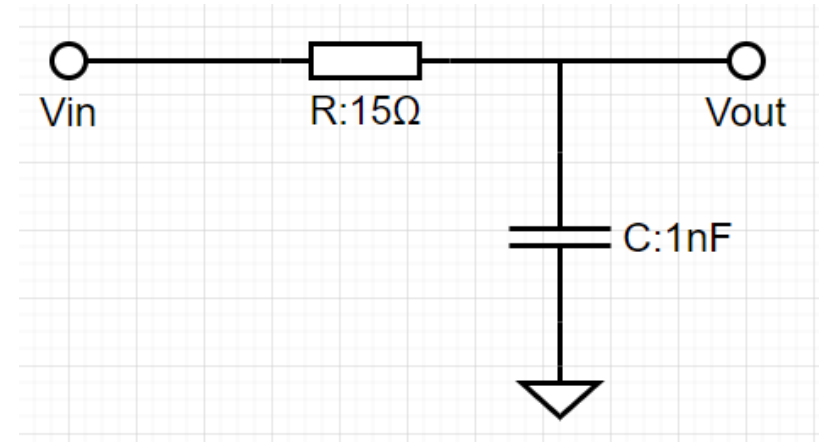
# 対策内容・対策コスト

・CRローパスフィルタ: ジャイロセンサーのSCLとGND間に設計

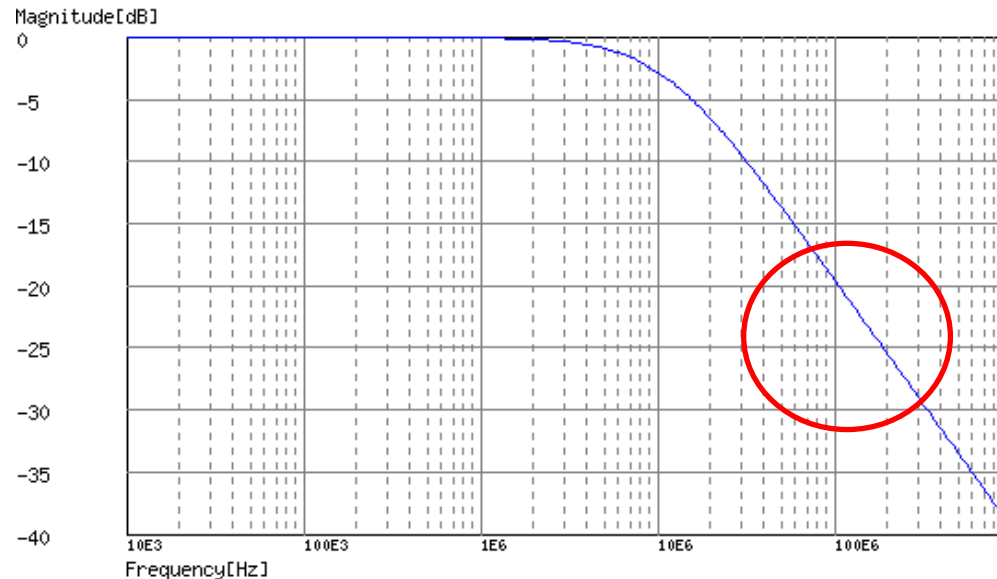
C: 1nF

R: 15Ω

主に200~300MHzでのノイズ低減を期待



BodeDiagram



## 合計対策コスト

コンデンサ1nF(2個): 5円

コンデンサ10nF(1個): 10円

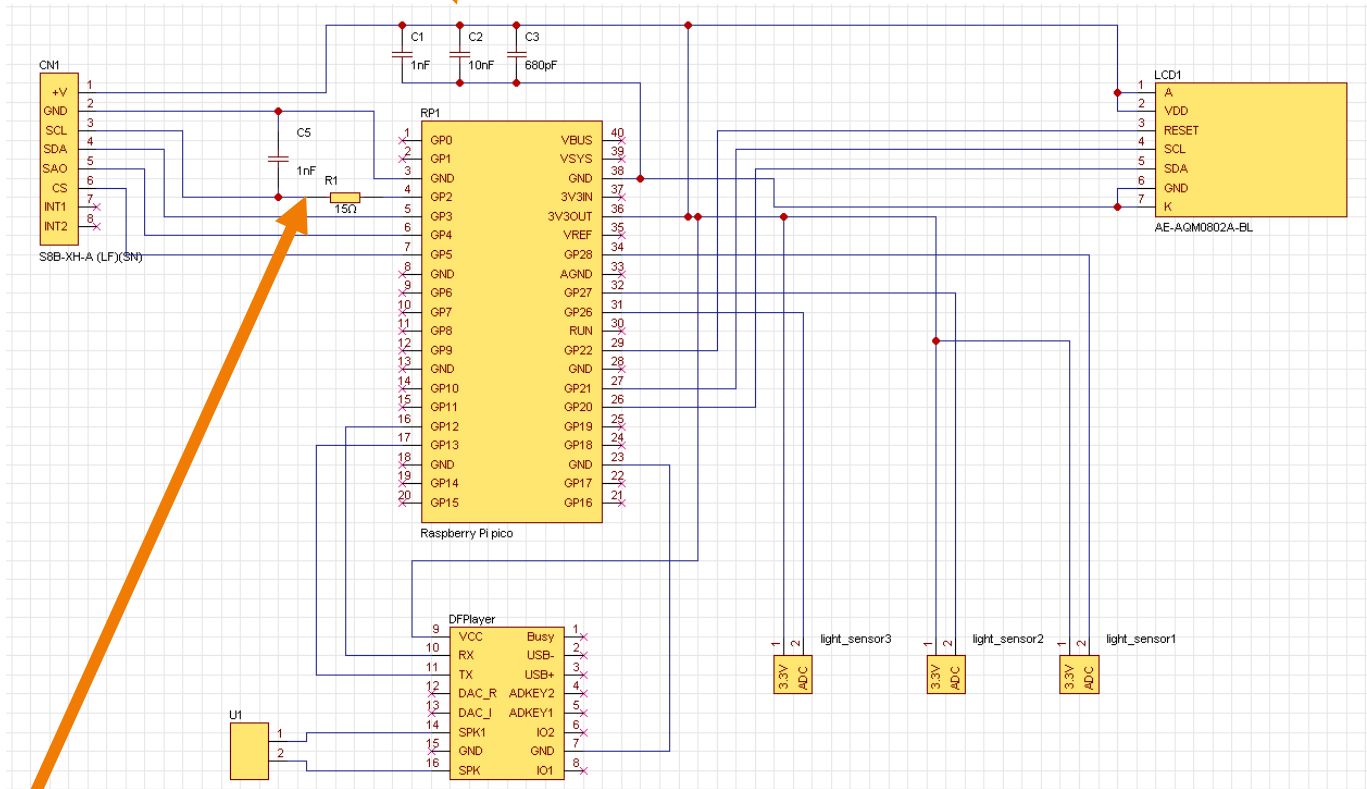
コンデンサ680pF(1個): 10円

チップ抵抗1個: 10円

合計 : 35円

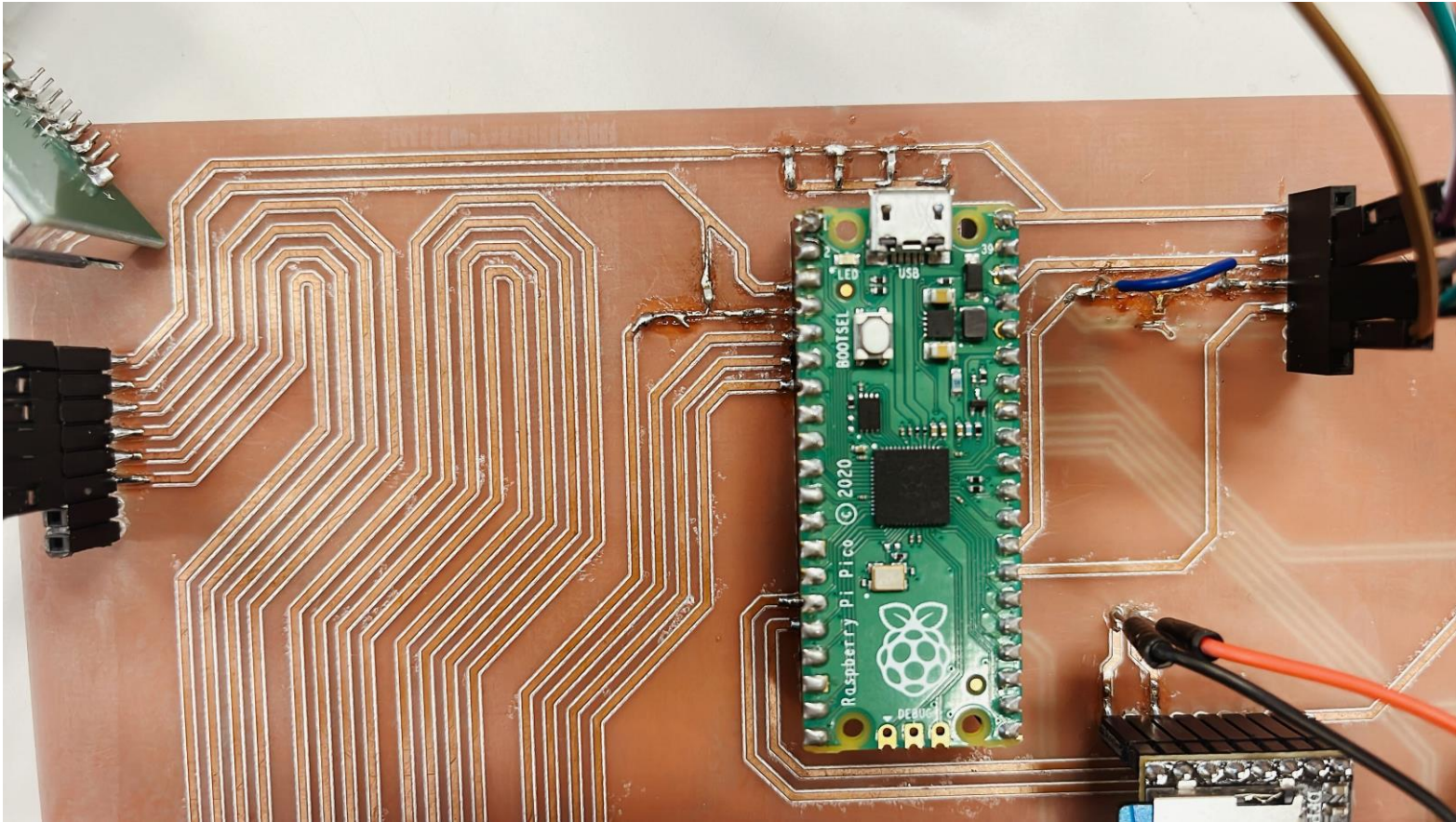
# 対策後回路図

電源3.3VとGND間にバイパスコンデンサ1n,10n,680pFを挿入

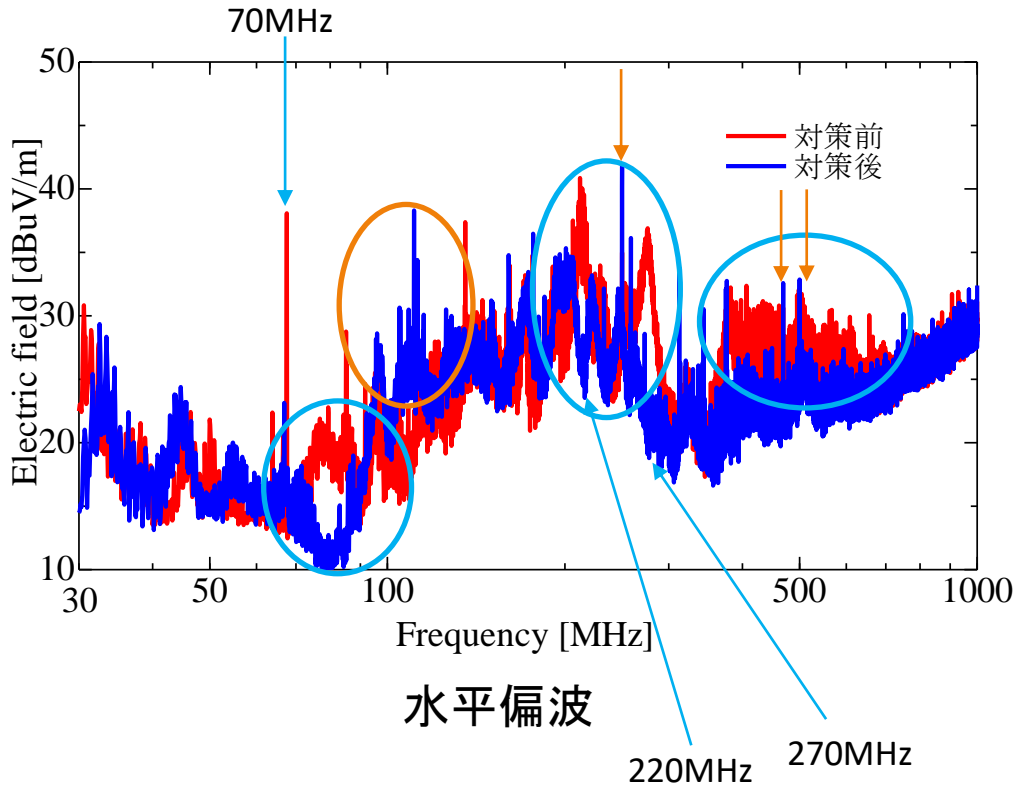


ジャイロセンサーのSCLとGND間に  
CRローパスフィルタを設計

C: 1nF  
R: 15Ω



# 対策後ノイズ-水平



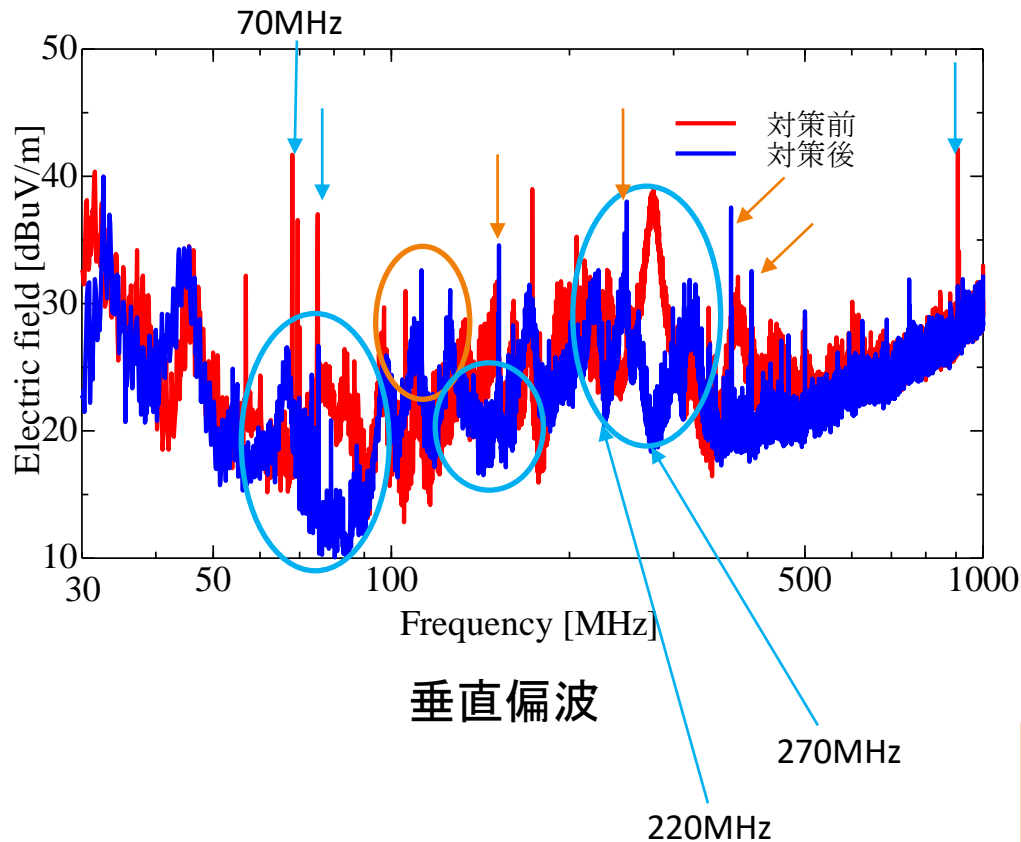
## 低減

- ・70MHz付近のスペクトルが16dB低下
- ・70～90MHzでノイズが低減
- ・200～300MHzのノイズが低減
- ・500MHz前後で約5dBほど低減

## 増加

- ・100MHz付近で10dBほどノイズが増加
- ・スペクトルが対策前より目立つ

# 対策後ノイズ-垂直



## 低減

- ・70MHz付近のスペクトルが15dB低下
- ・70～90MHzでノイズが低減
- ・150～180MHzでノイズが低減
- ・200～300MHzのノイズが低減

## 増加

- ・100MHz付近で5～10dBほどノイズが増加
- ・500MHz付近でのスペクトルが対策前より目立つ

# 対策前後の総評

- ・バイパスコンデンサの自己共振周波数70MHz,220MHz,270MHz付近でノイズの低減を確認

その周波数の前後でノイズが上昇している部分も見られるが、  
対策前以上のノイズが出ている部分は少ない



CRローパスフィルタによる影響か？

- ・CRローパスフィルタにより200～300MHzのノイズ低減を期待



CRローパスフィルタよりもバイパスコンデンサによる影響が大きいように見られる

CRローパスフィルタはさらに高周波の400～700MHz付近でノイズ低減に効果あり



# まとめ・改善点

## 改善点

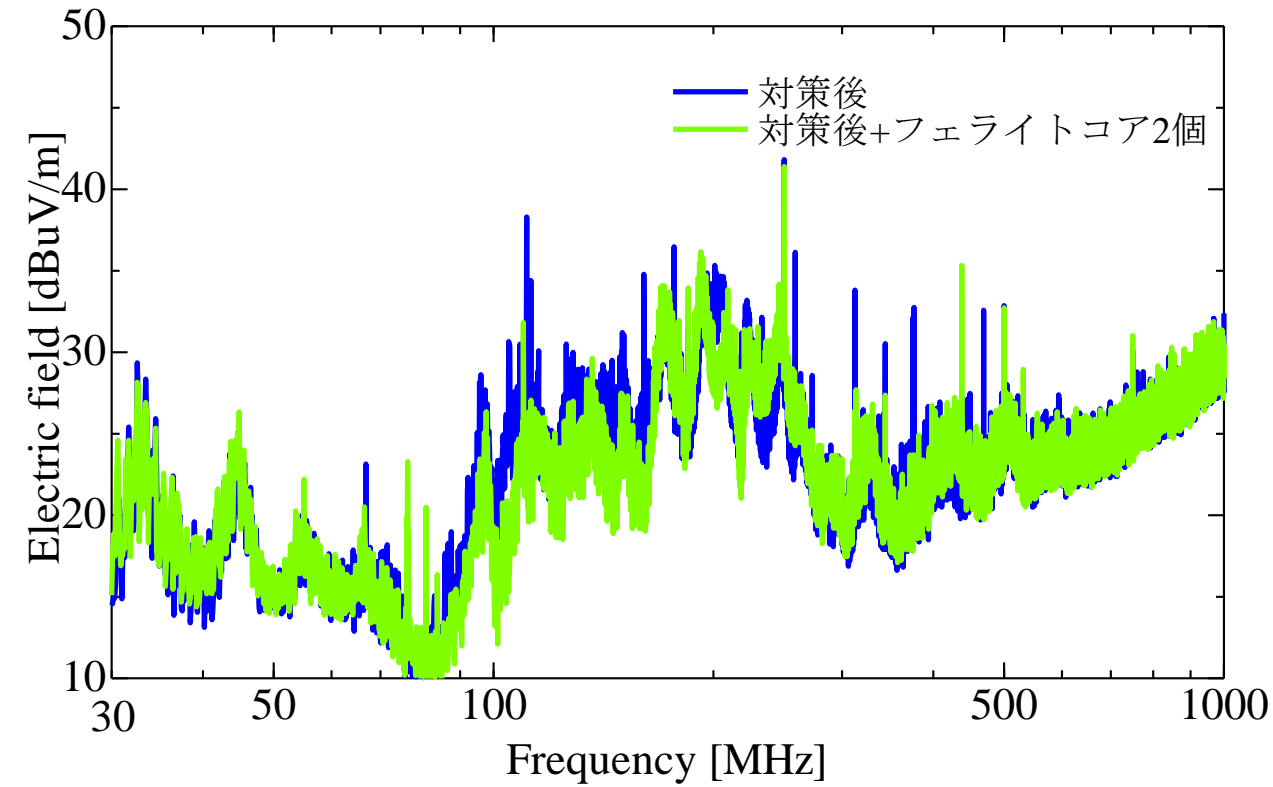
- ・バイパスコンデンサ、CRローパスフィルタをジャイロセンサーに係る線路に接続することで低減させたい箇所のノイズを低減させることができた
- ・基板上にチップ抵抗やコンデンサを接続し、基板上の対策を主に行い、低コストでノイズ対策ができた

## 今後の検討

- ・ノイズが増加した箇所やスペクトルが大きくなっている場所については今後検討する必要がある
- ・今回、基板のそれぞれの配線幅は基本的に1mmで設計したが、電源線や信号線などノイズに影響が出そうな配線部分を工夫する

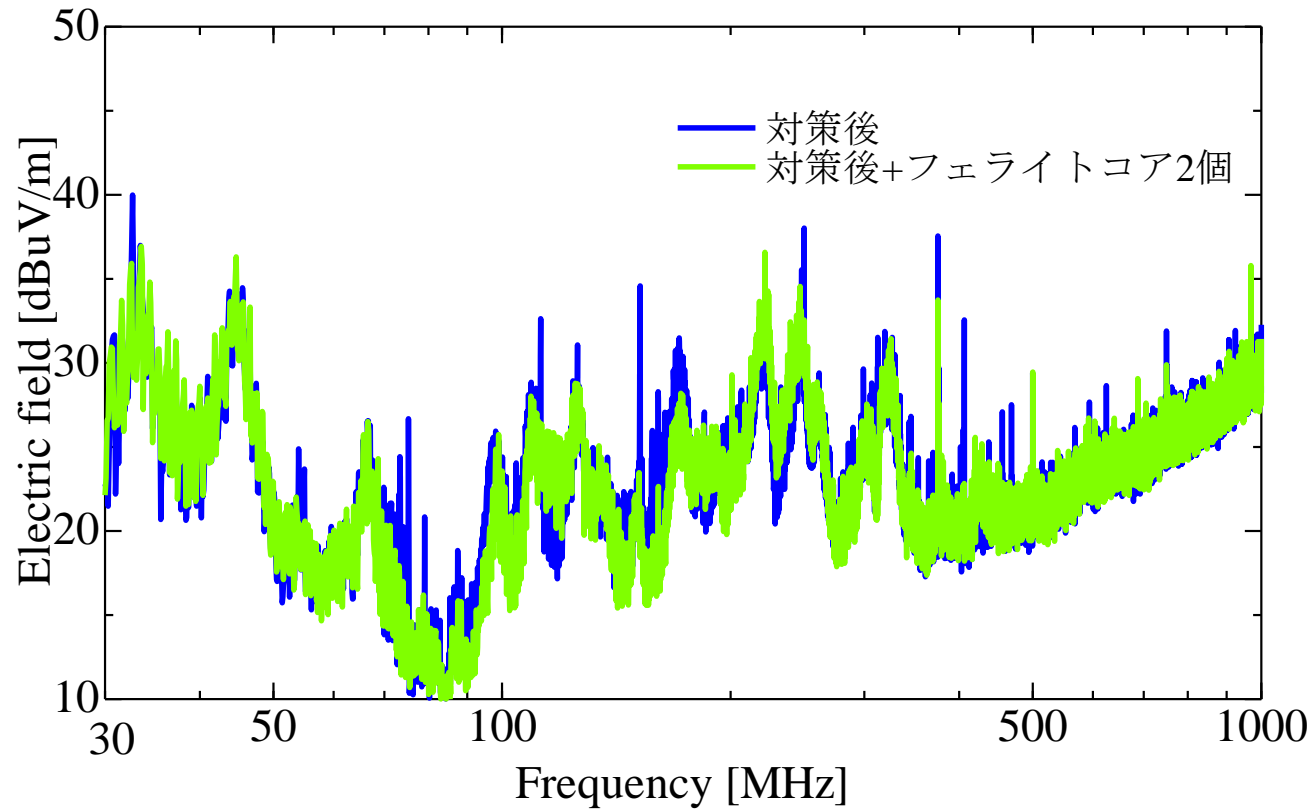
# 補足

# 対策後+フェライトコア



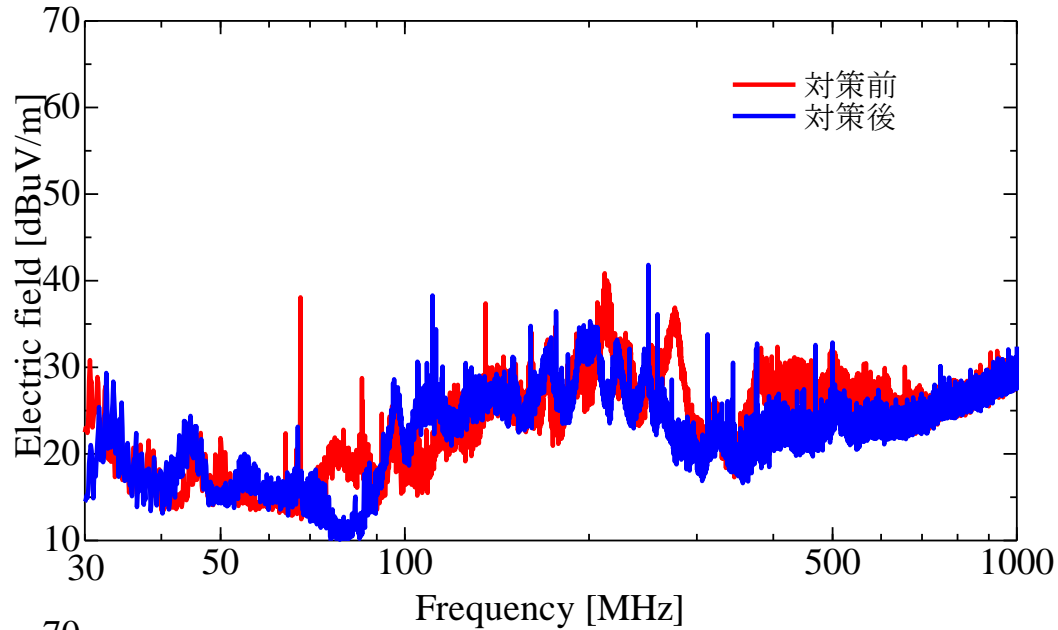
水平偏波

# 対策後+フェライトコア

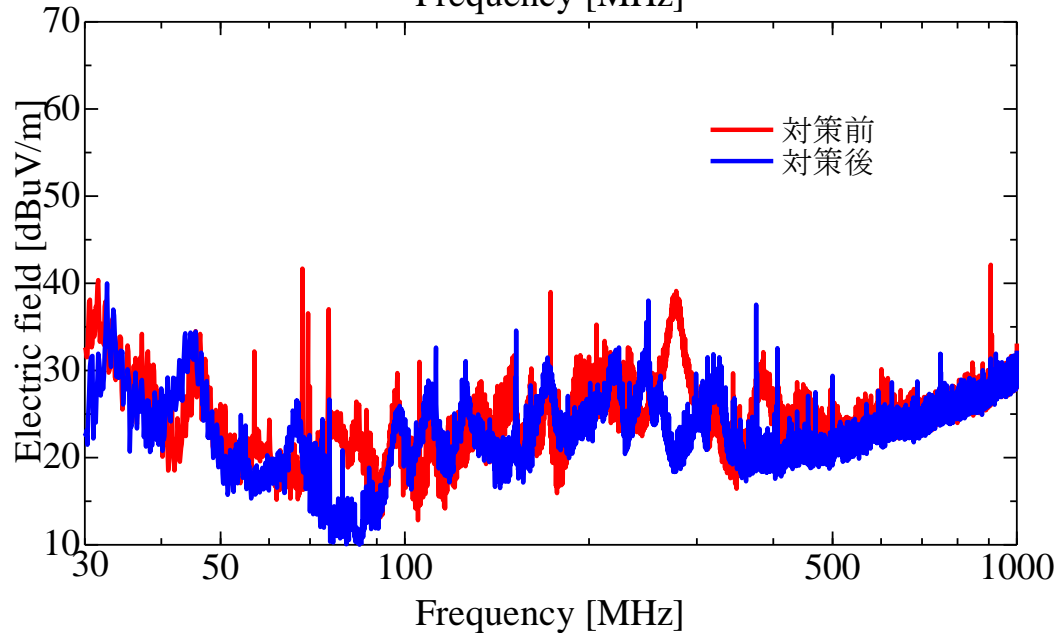


垂直偏波

# 対策後ノイズ(スケール変更)



水平

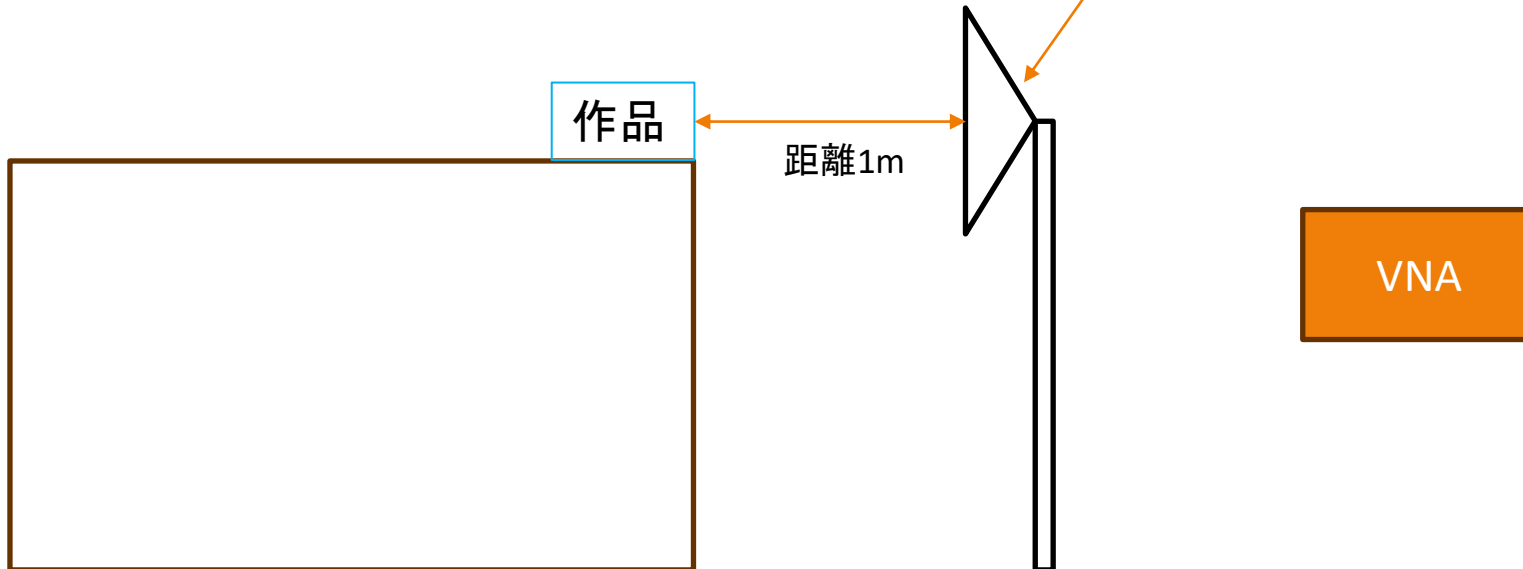


垂直

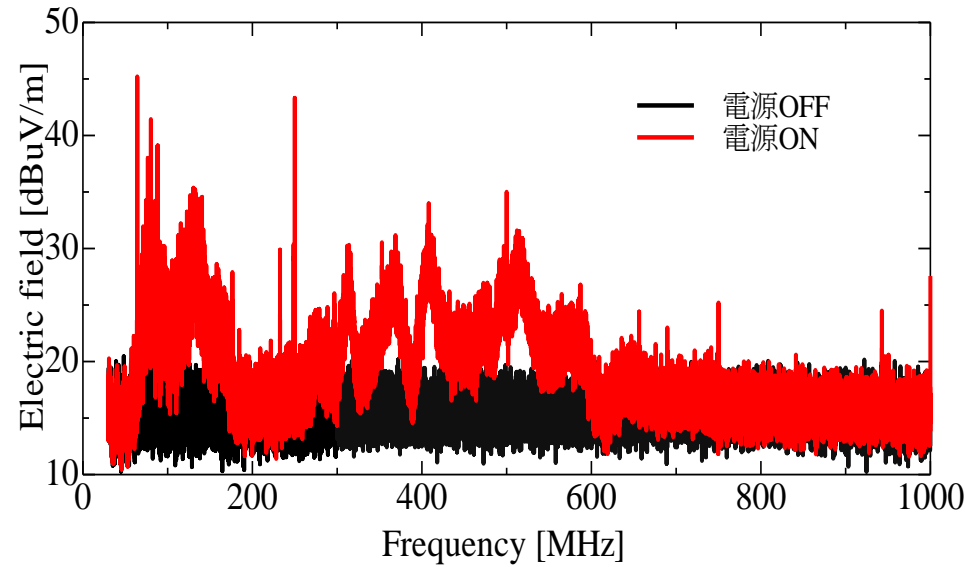
# 電波暗室での事前評価

研究室にある電波暗室での測定  
今回はブレッドボードでの測定

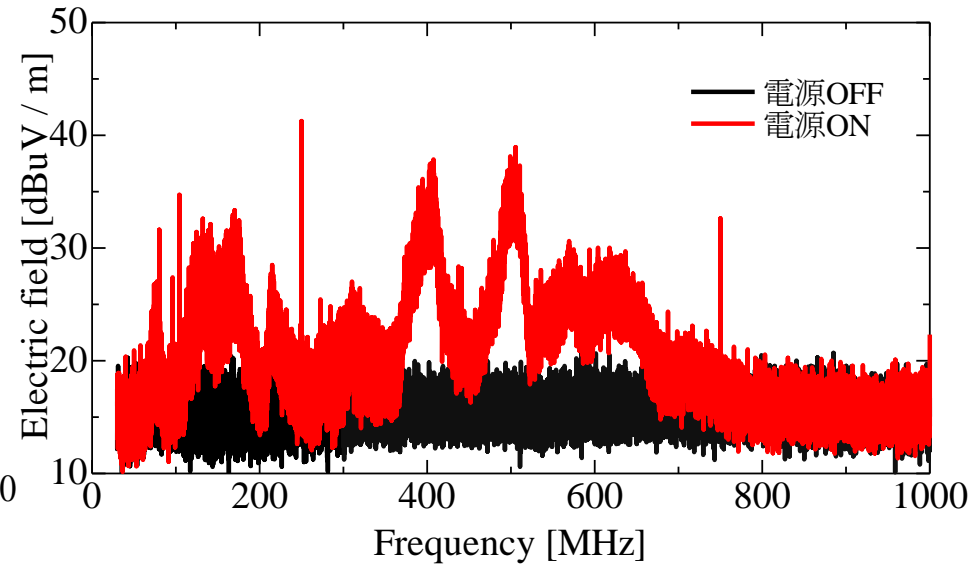
バイコンカルアンテナ	30MHz～300MHz
ログ・ペリオディックアンテナ	300MHz～1GHz



# 電波暗室での事前評価



水平偏波



垂直偏波

- 水平・垂直偏波ともに100MHz、500MHz付近で大きなノイズが発生
- ノイズのスペクトルの間隔が不規則→大きなノイズに埋もれている？



ブレッドボードでの測定や配線の不備、SPI通信の影響？  
 基板でのノイズ測定での変化を見る必要あり