

# EMC設計対策コンテスト BME280を用いた 研究室の温湿度管理システム

---

チーム 岡山大学 増野 彰人  
坂上 達哉

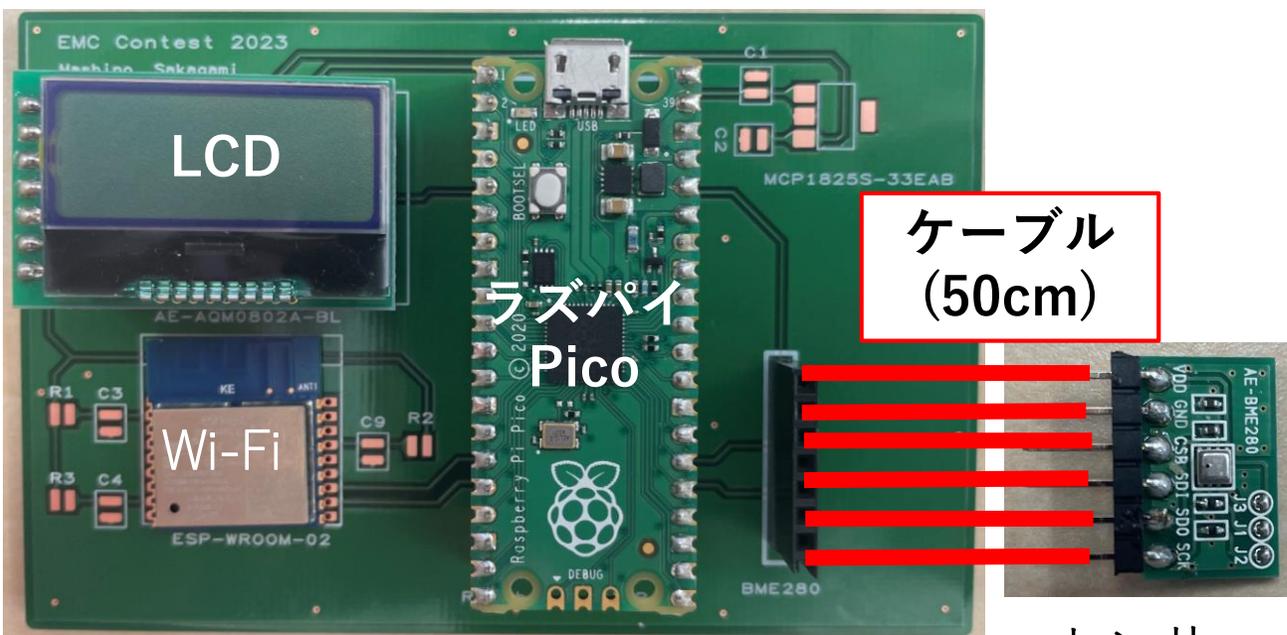
1. アプリケーション概要
2. アプリケーションのEMC設計
3. まとめ

# 作成したアプリケーション

温湿度センサ(BME280)を用いて、研究室内の温湿度を管理  
デバイス : BME280を用いて温湿度を取得、送信

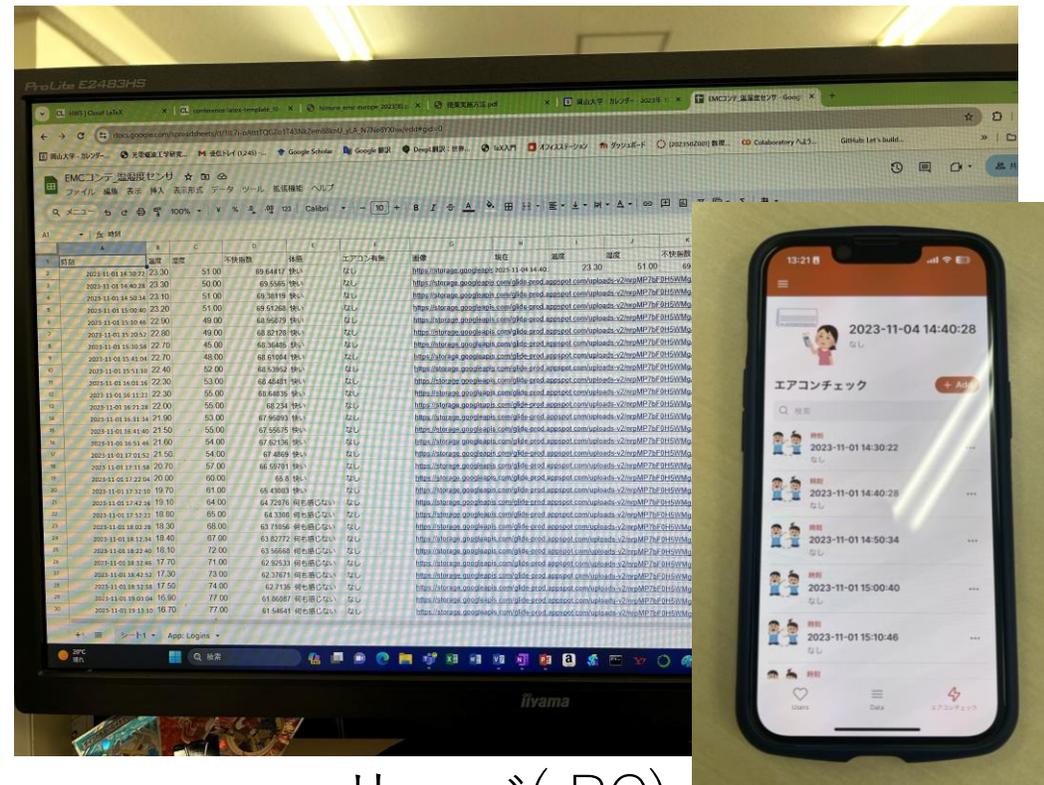
サーバ : PCでデータファイルを更新、エアコンの必要度を確認

通信

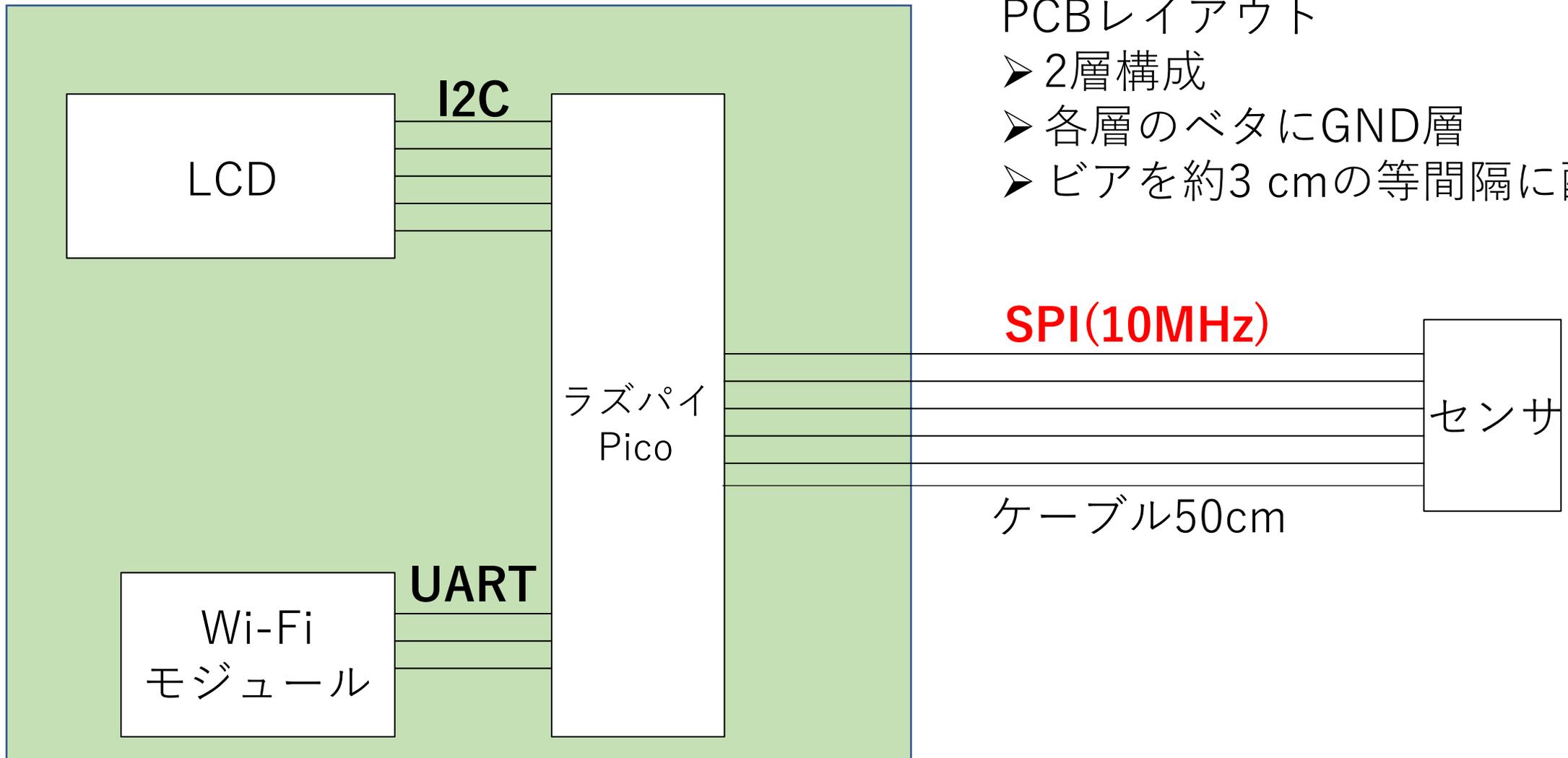


デバイス

センサ



サーバ(PC)



## PCBレイアウト

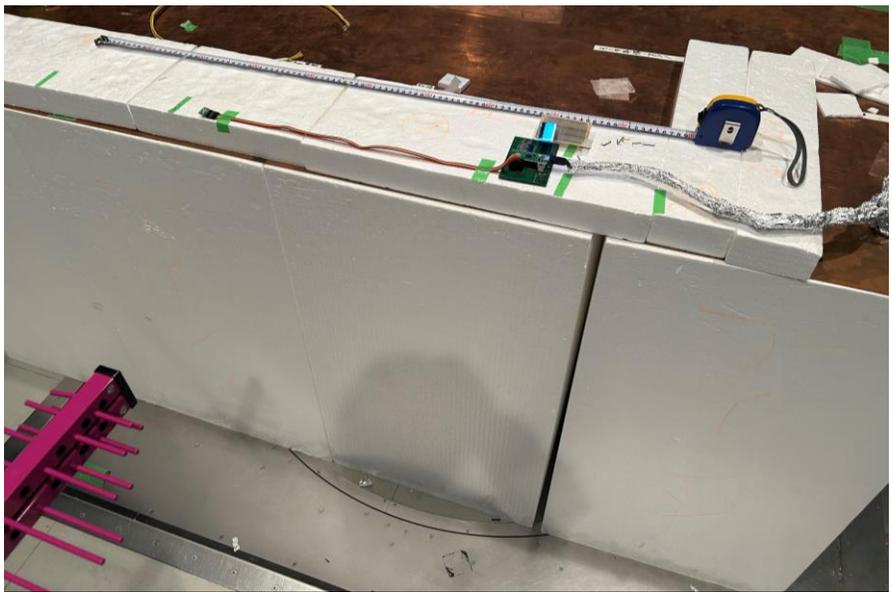
- 2層構成
- 各層のベタにGND層
- ビアを約3 cmの等間隔に配置

**SPI(10MHz)**

センサ

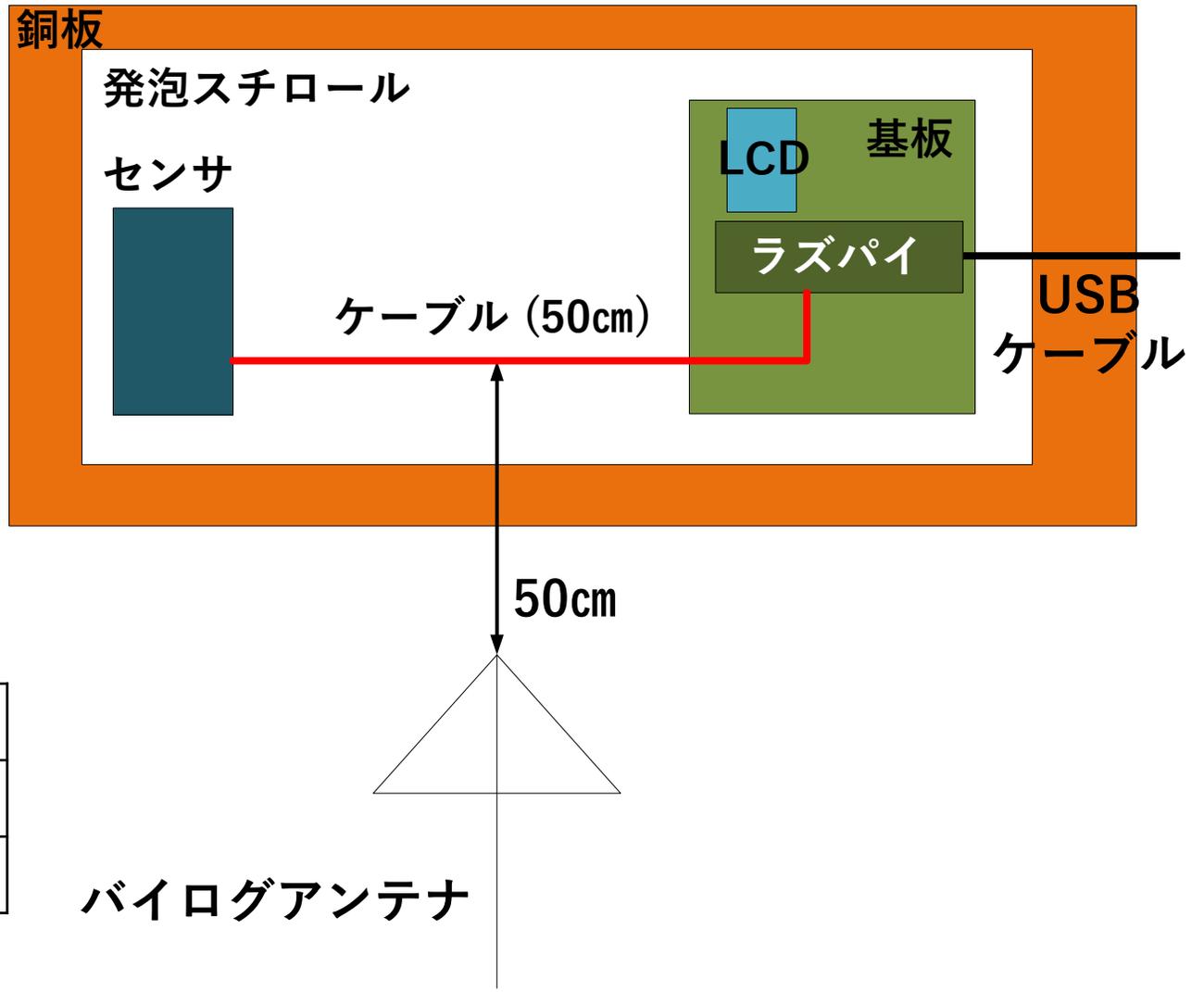
ケーブル50cm

- 岡山大学での測定結果でEMC設計を検討
- 放射EMI測定時, Wifiモジュールは**使用しない**

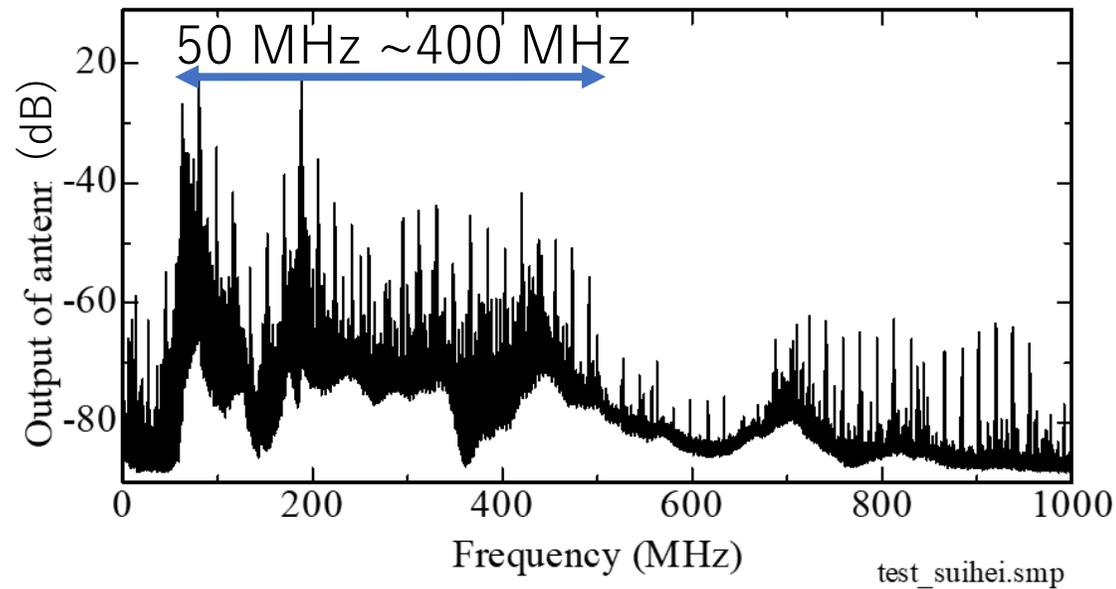


スペアナの設定

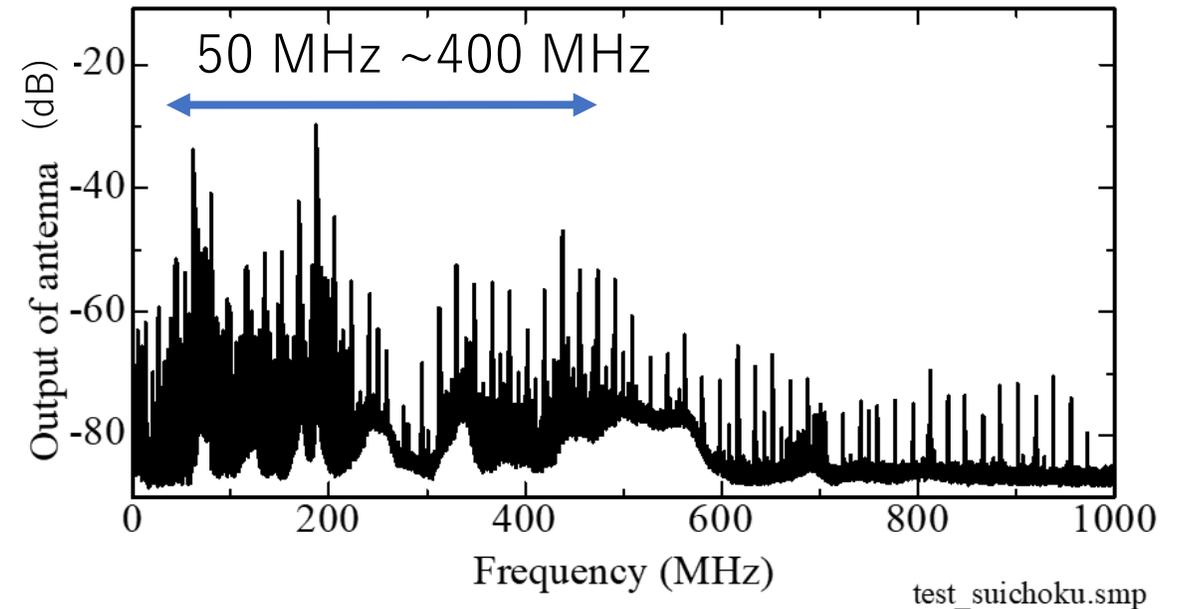
RBW	10kHz
VBW	30kHz
Freq.	0 ~ 1GHz



バイログアンテナ



水平偏波

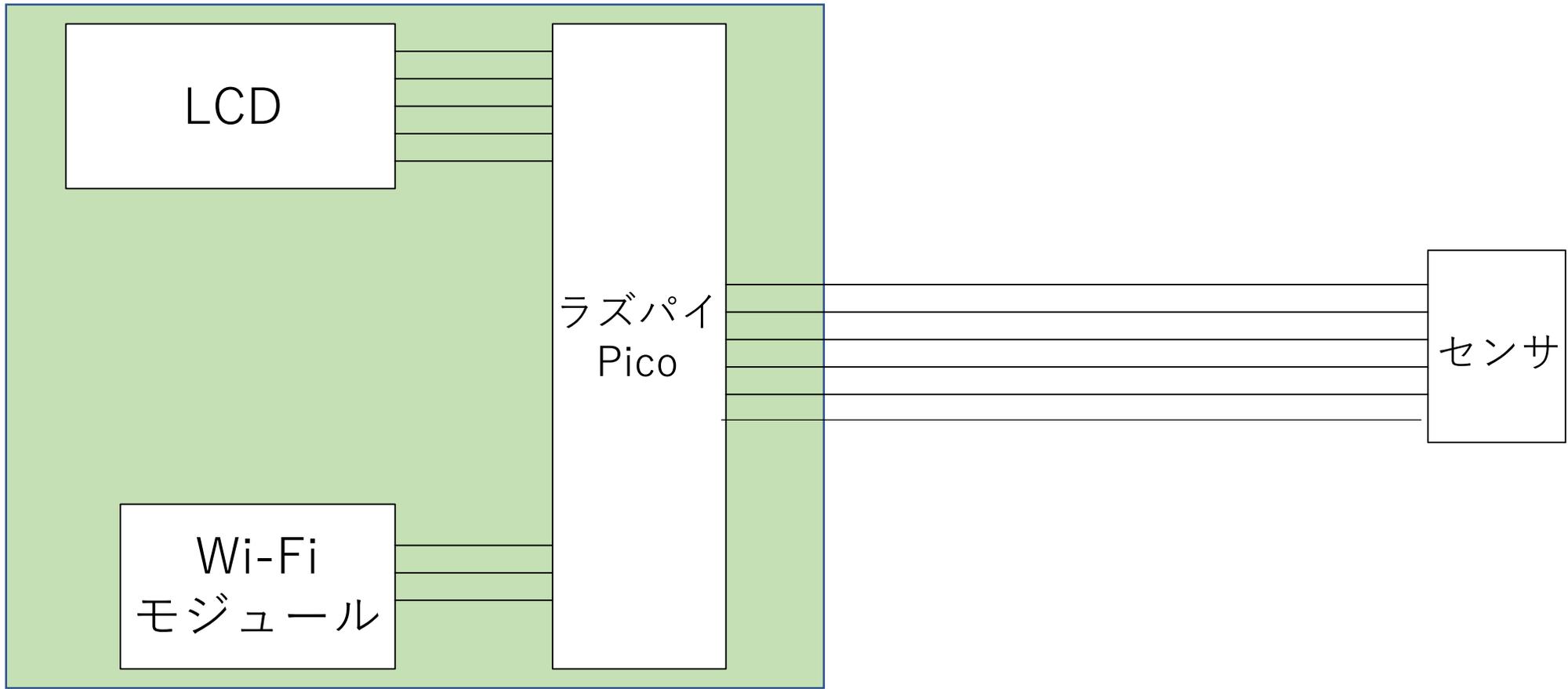


垂直偏波

- 約20 MHzの高調波が広帯域に発生 → SPI通信のクロック周波数
- 50MHz ~ 400 MHzがノイズレベルが大き → ターゲット周波数

## 50MHzから400MHzでのノイズ・放射源の特定

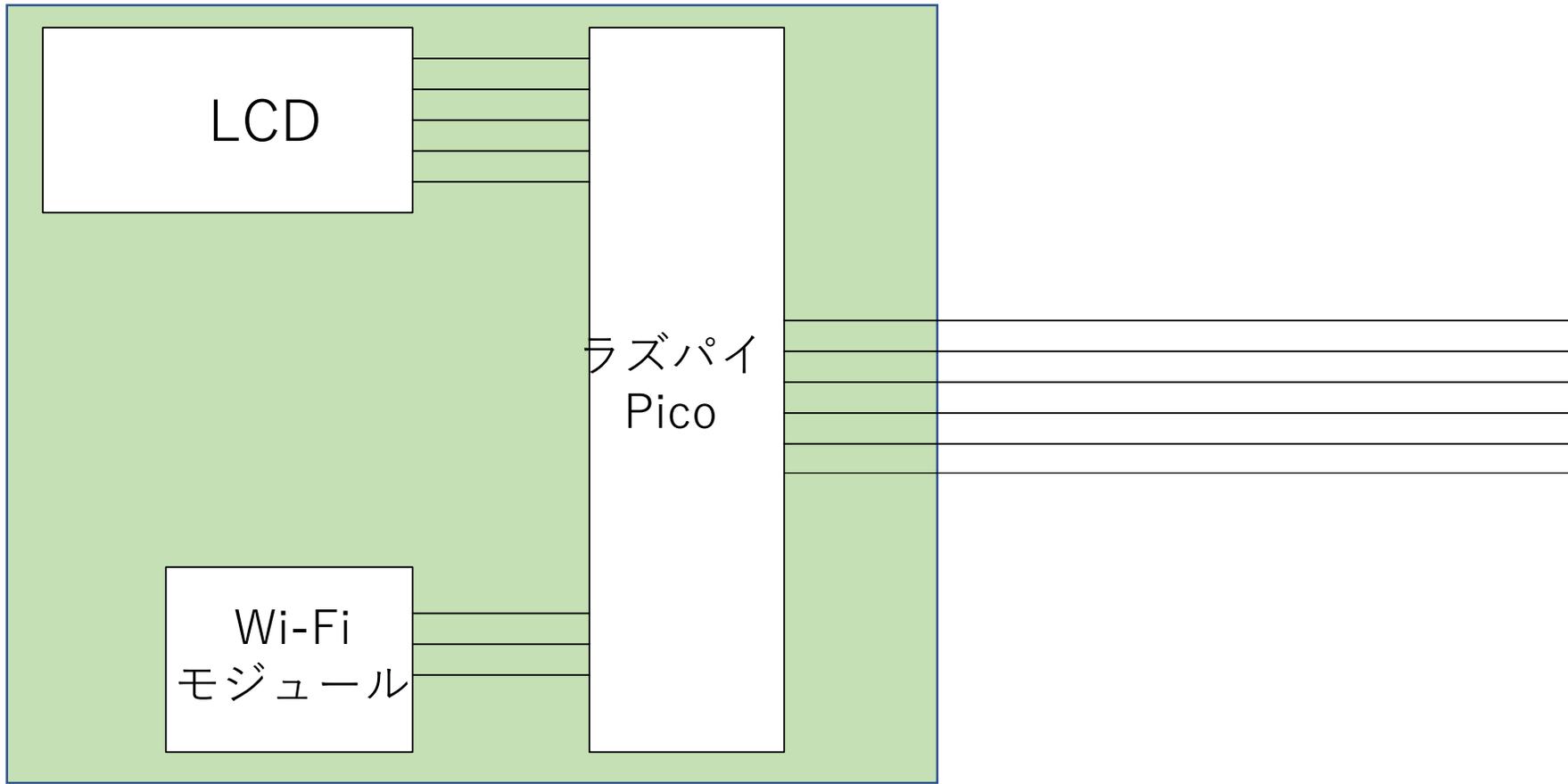
- センサなし、センサ&ケーブルなしで放射測定、ノイズ・放射源を特定



アプリ全体

## 50MHzから400MHzでのノイズ・放射源の特定

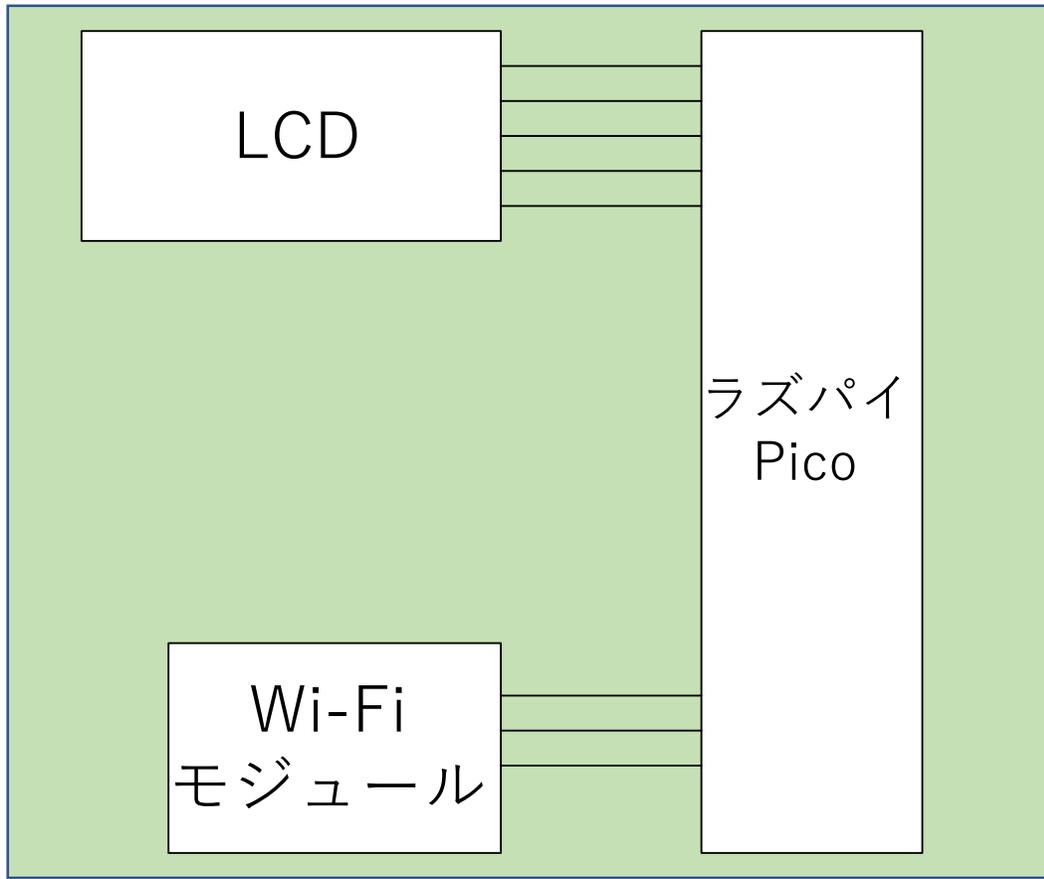
- センサなし、センサ&ケーブルなしで放射測定、ノイズ・放射源を特定



センサなし

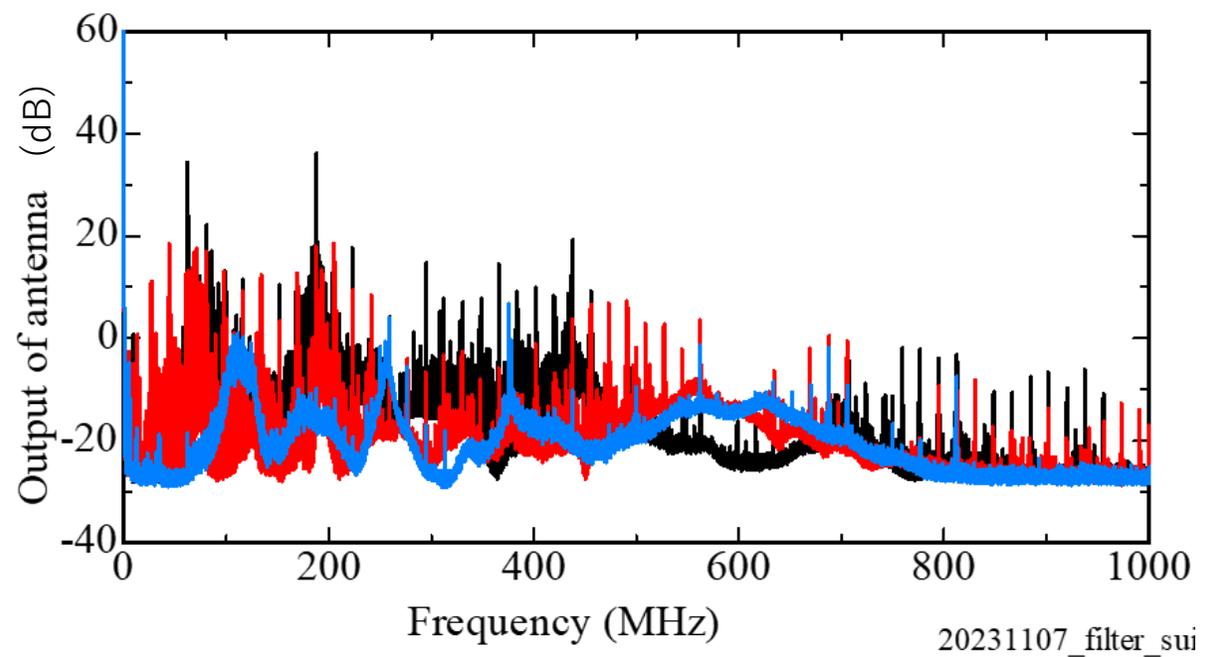
## 50MHzから400MHzでのノイズ・放射源の特定

- センサなし、センサ&ケーブルなしで放射測定、ノイズ・放射源を特定

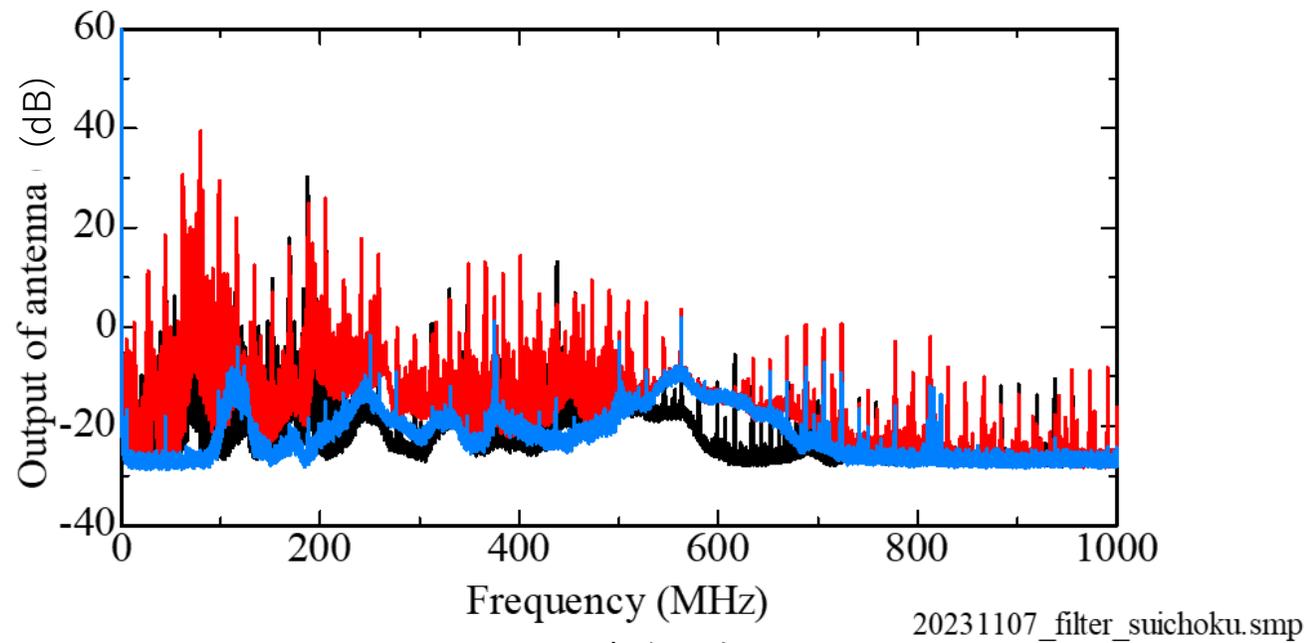


センサ&ケーブルなし

黒：アプリ全体  
赤：センサなし  
青：センサ&ケーブルなし



水平偏波

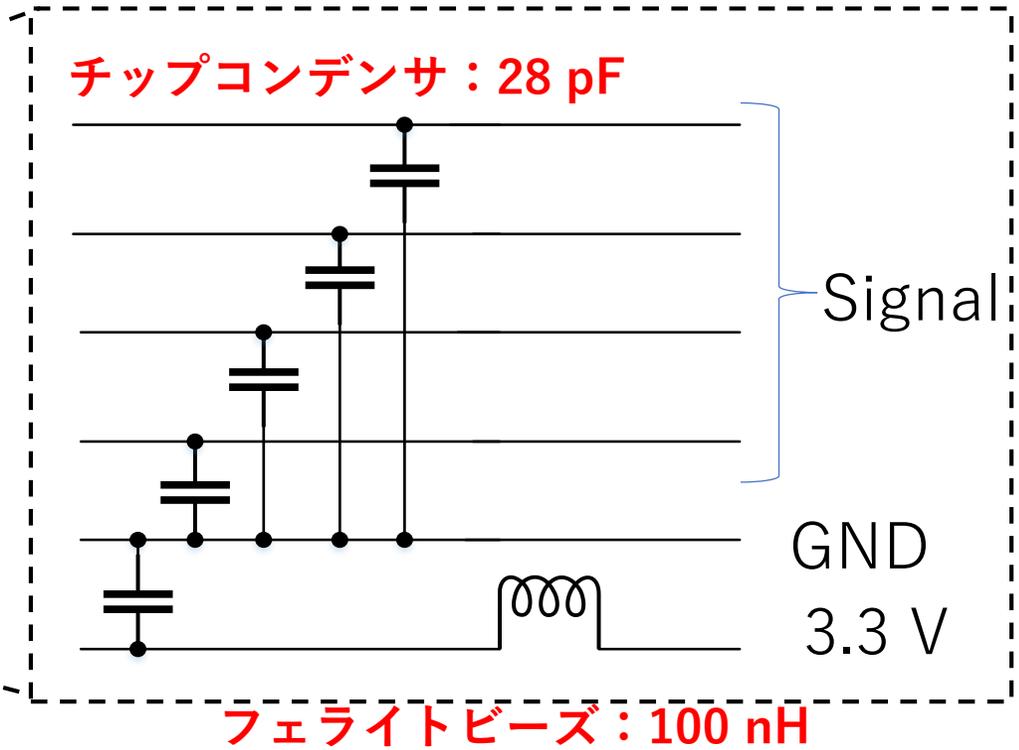
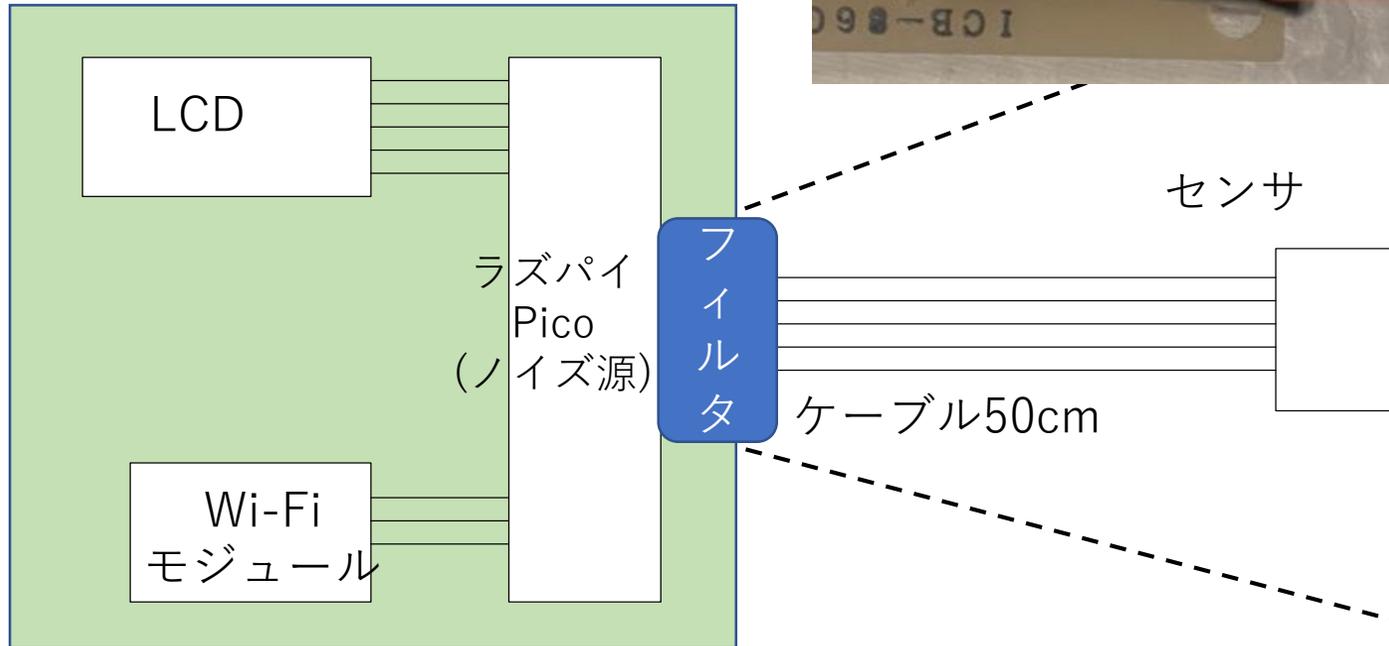


垂直偏波

- ラズパイ(ノイズ源)→基板→ケーブル→BME280とした経路で**ケーブルが放射源**
- **ラズパイとケーブル間**にフィルタ設計

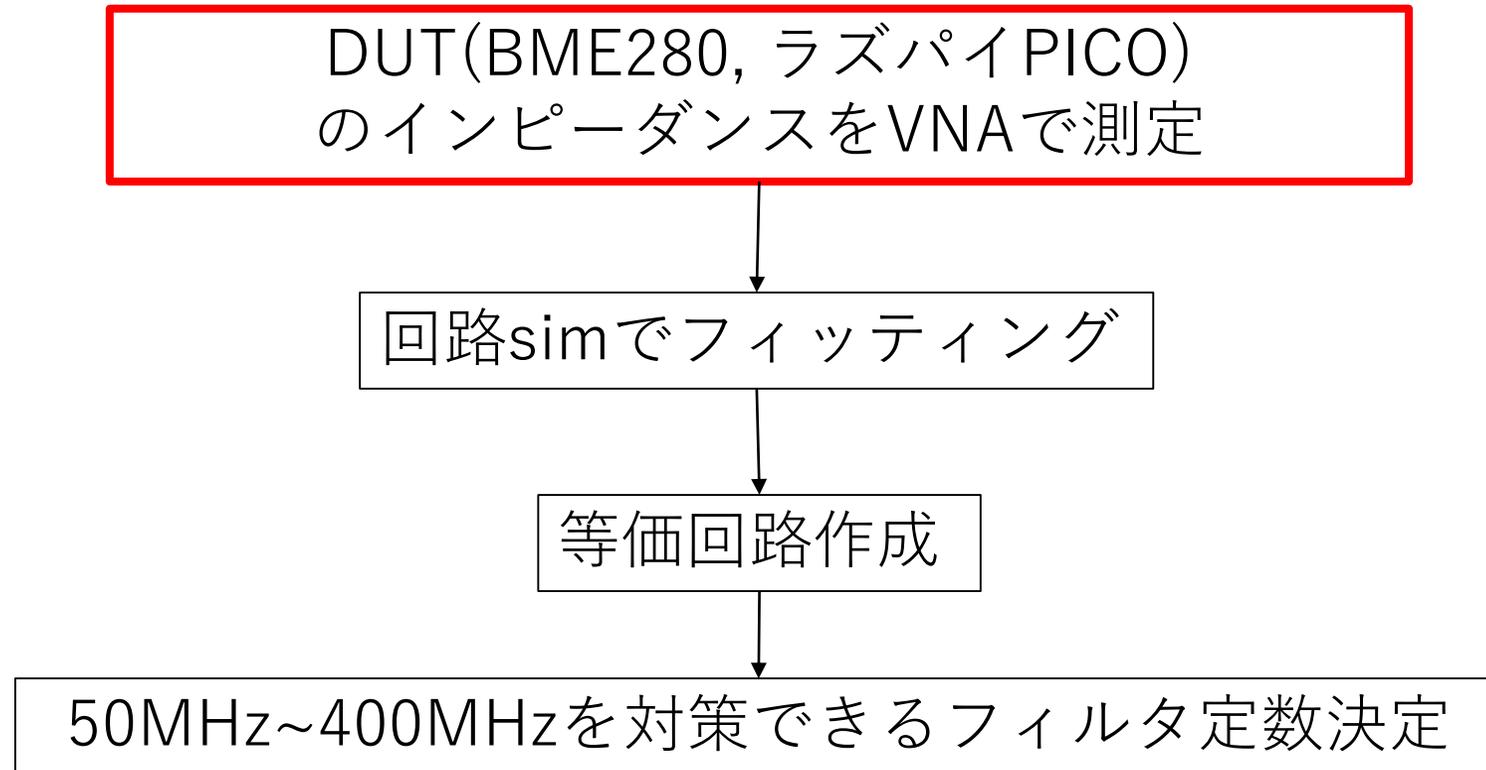


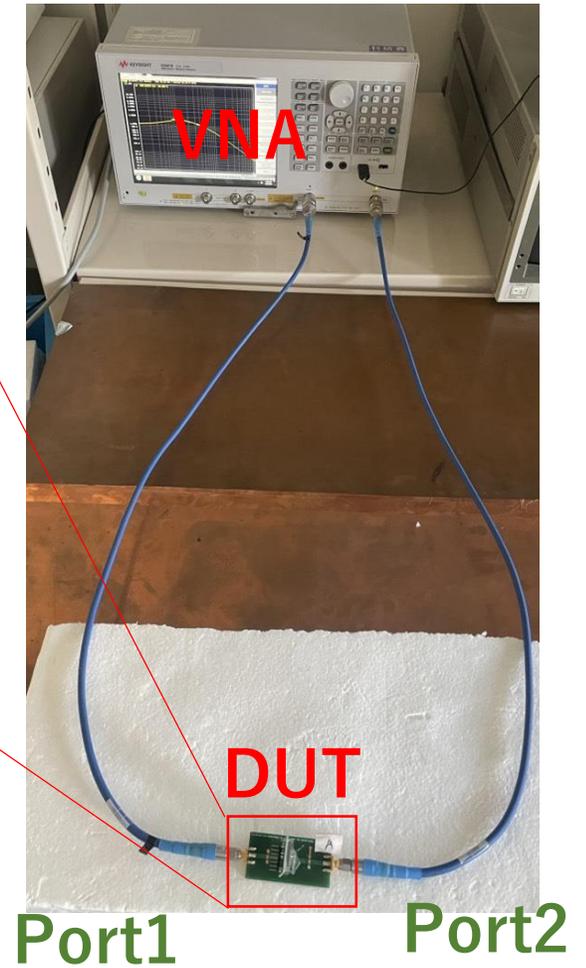
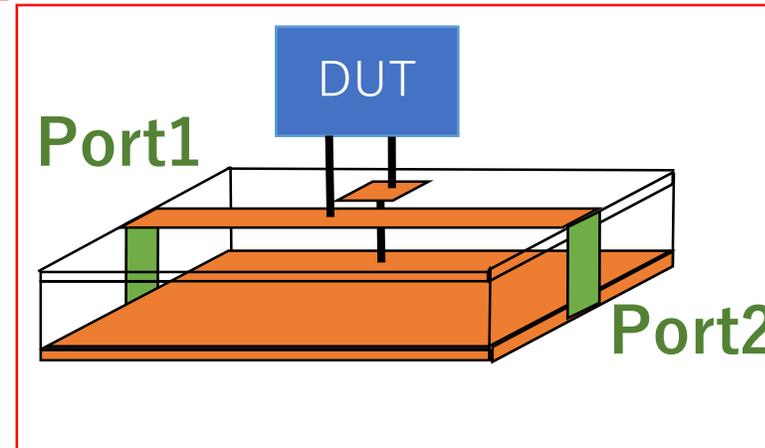
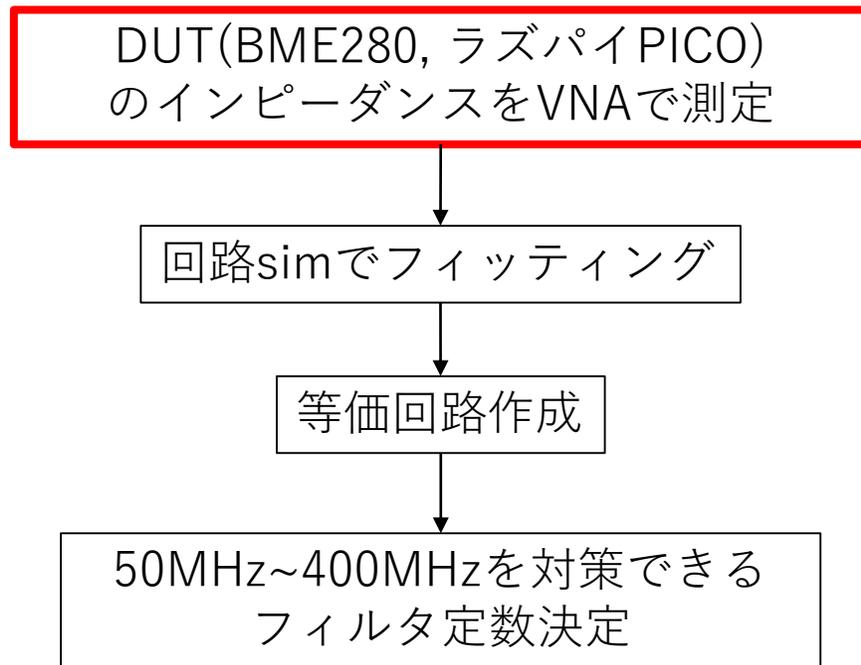
➤ ユニバーサル基板上でフィルタ実装



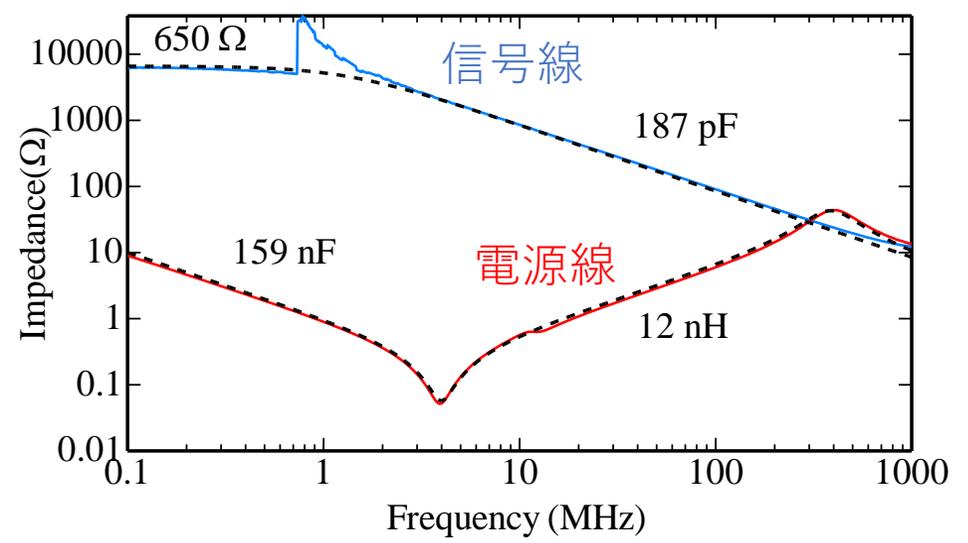
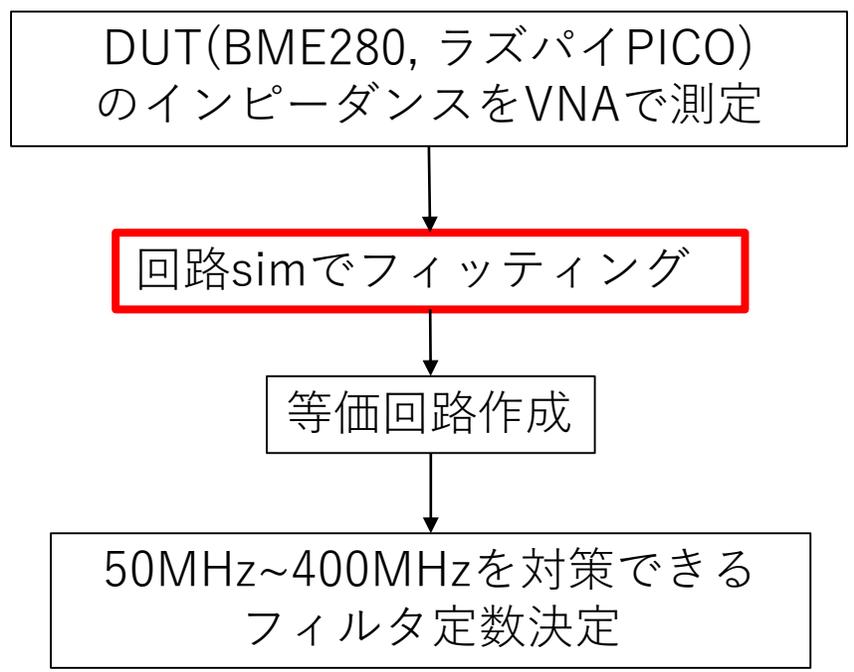
## 設計コスト

➤ チップコンデンサ22円×5+フェライトビーズ45円×1 = **165円**

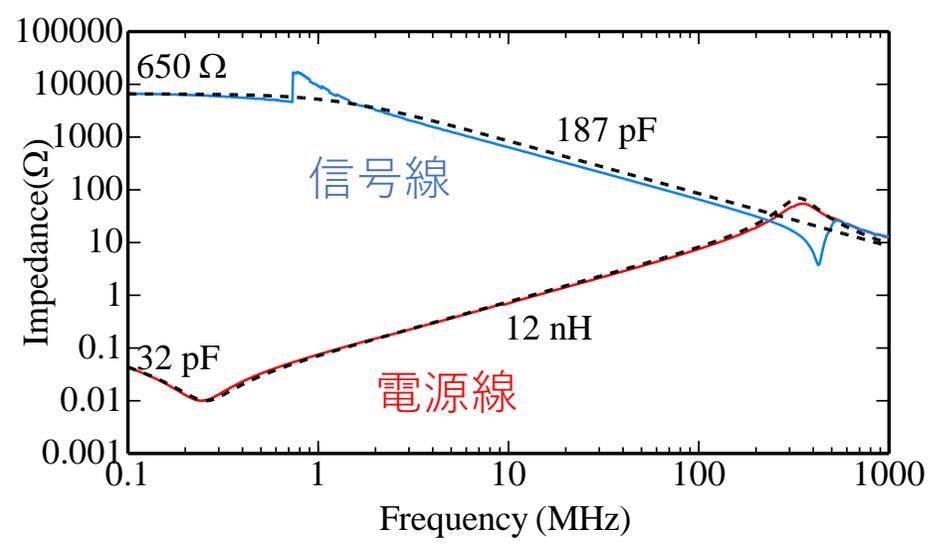




チップ素子のインピーダンス測定用基板にDUTを接続



BME280のインピーダンス



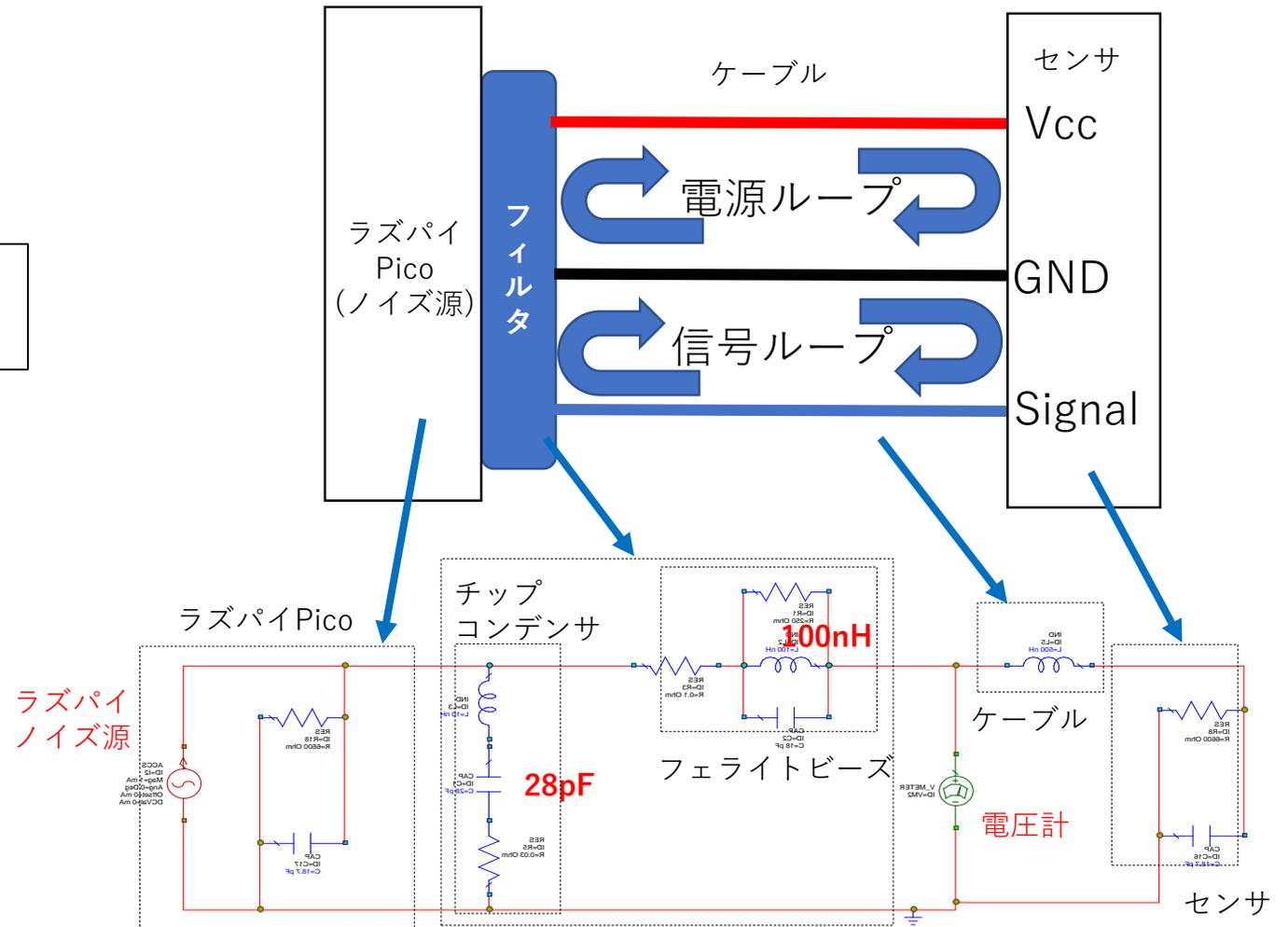
ラズパイPICOのインピーダンス

DUT(BME280, ラズパイPICO)のインピーダンスをVNAで測定

回路simでフィッティング

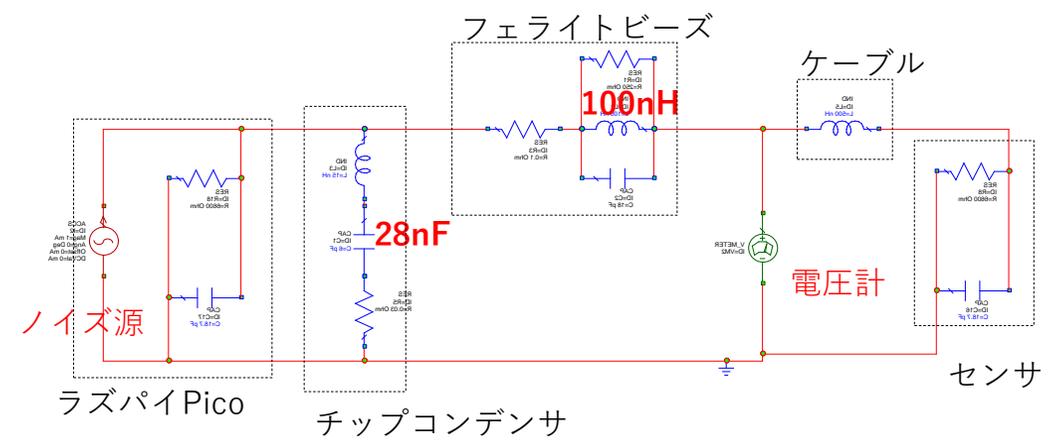
等価回路作成

50MHz~400MHzを対策できる  
フィルタ定数決定

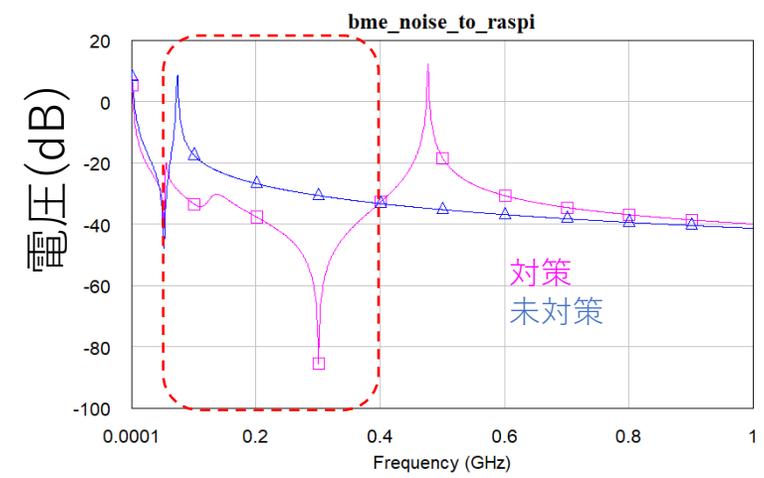


- ターゲット周波数(50MHz~400MHz)で減衰するようにフィルタ定数決定
- 信号線のループも同様にしてフィルタ定数決定

センサ-ラズパイPico 回路図

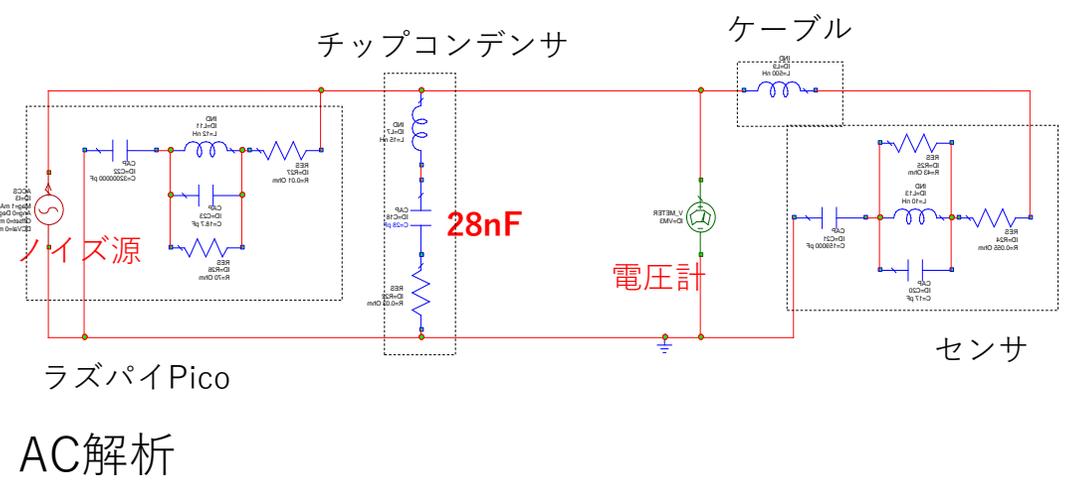


電圧(dB)

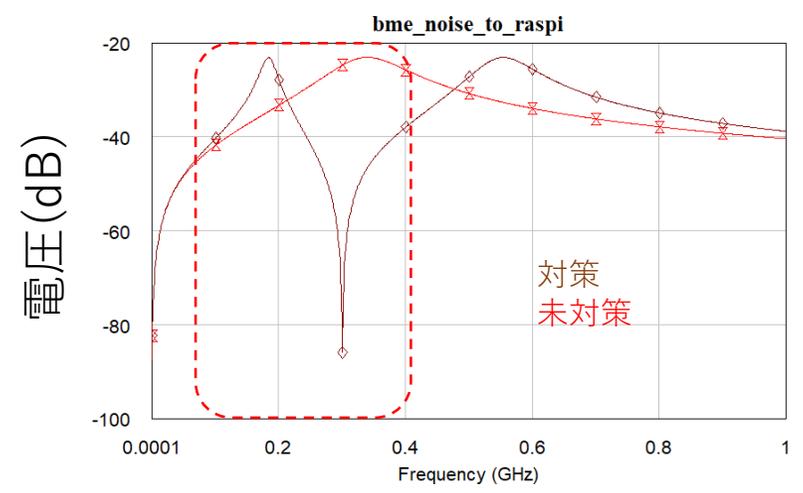


電源線ループ

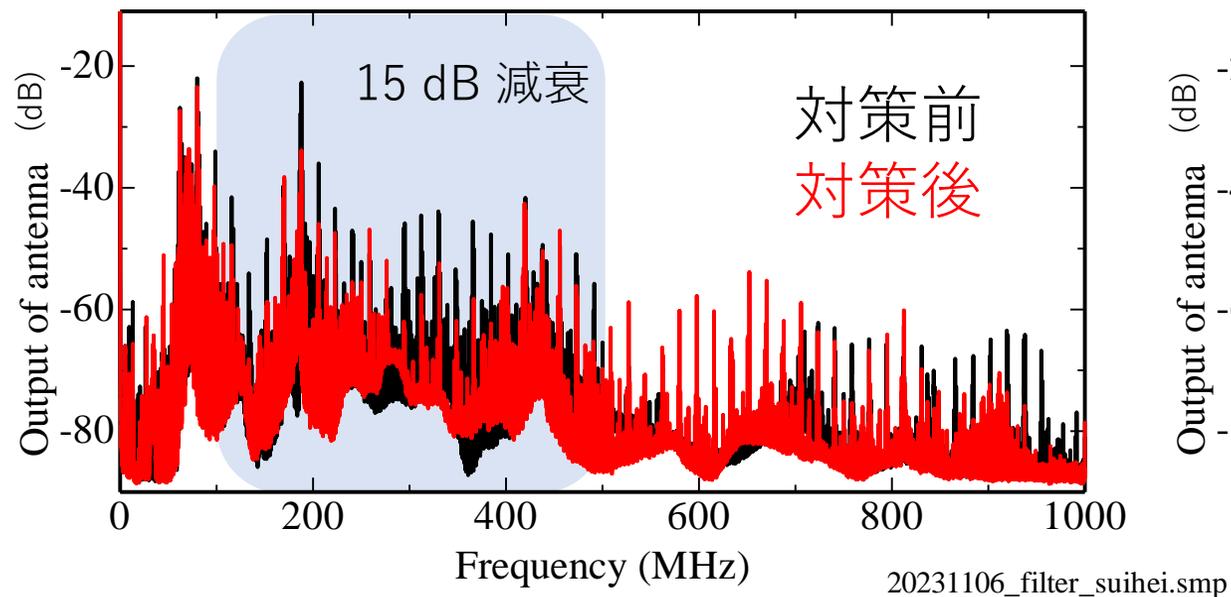
信号線ループ



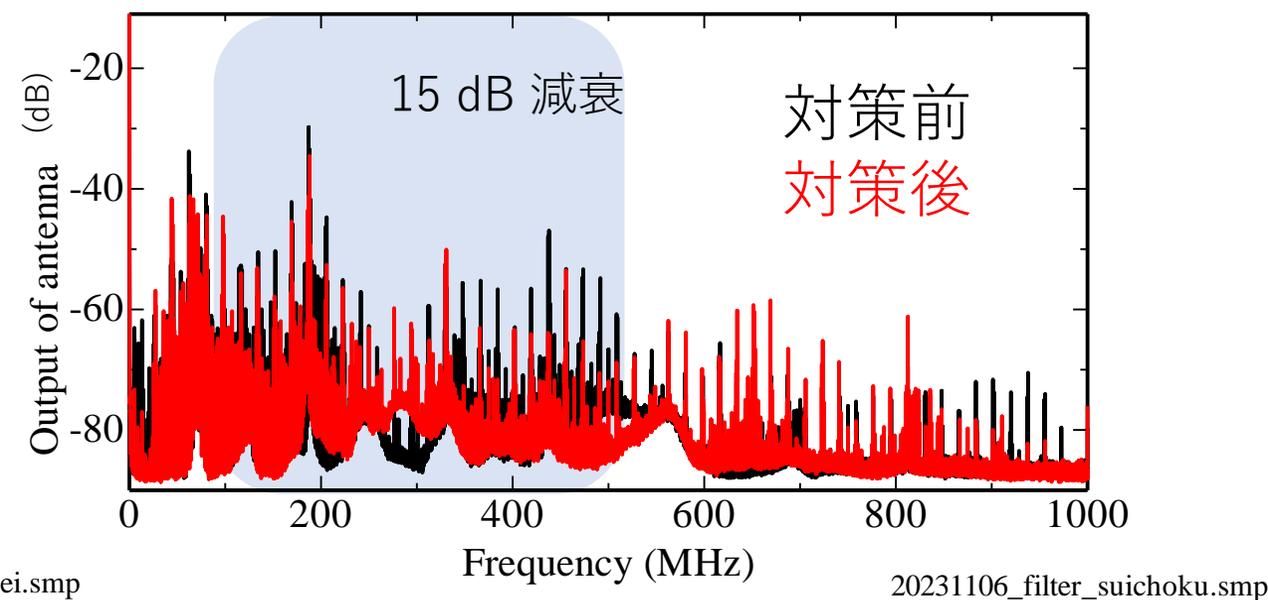
AC解析



50~400MHzあたりで電圧が減衰するようにフィルタ定数選定



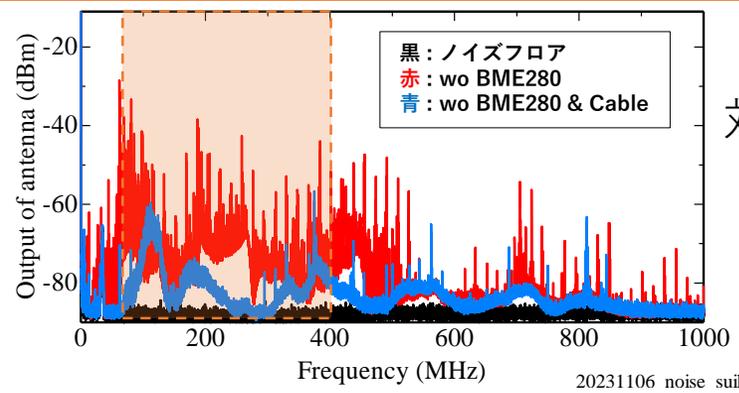
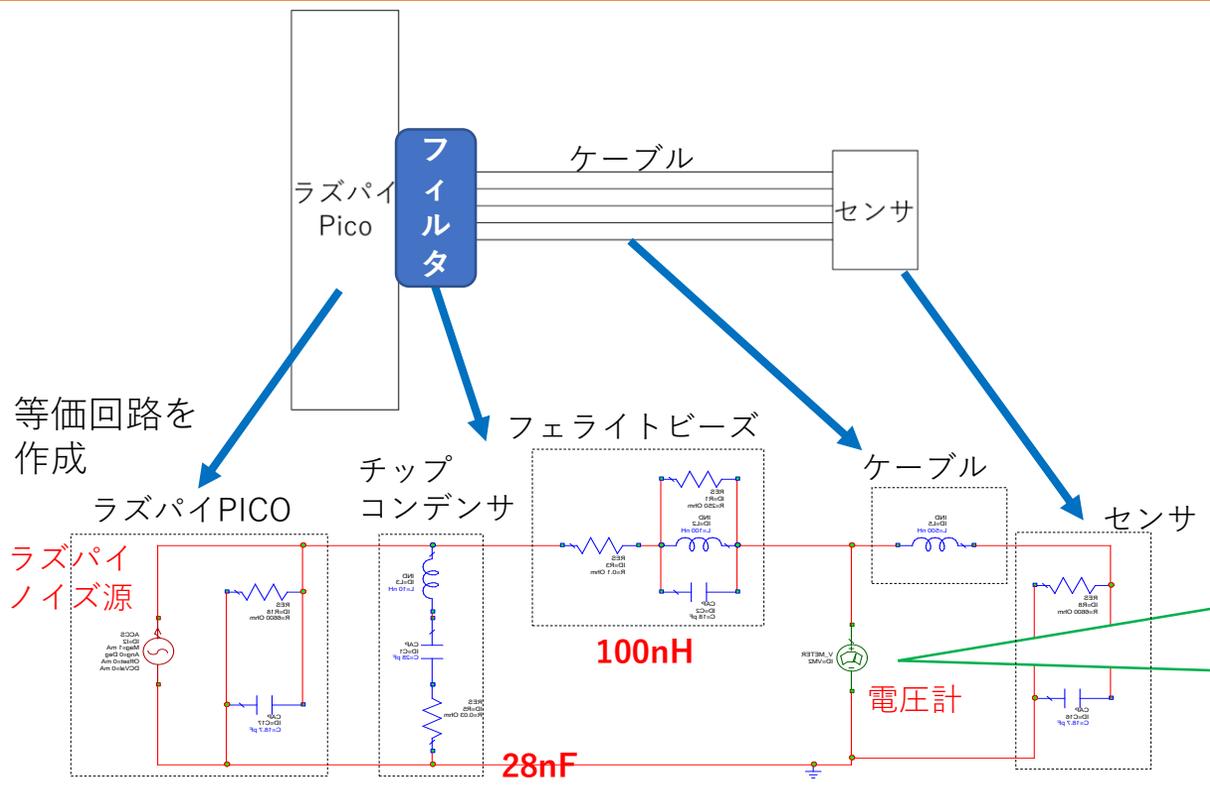
水平偏波



垂直偏波

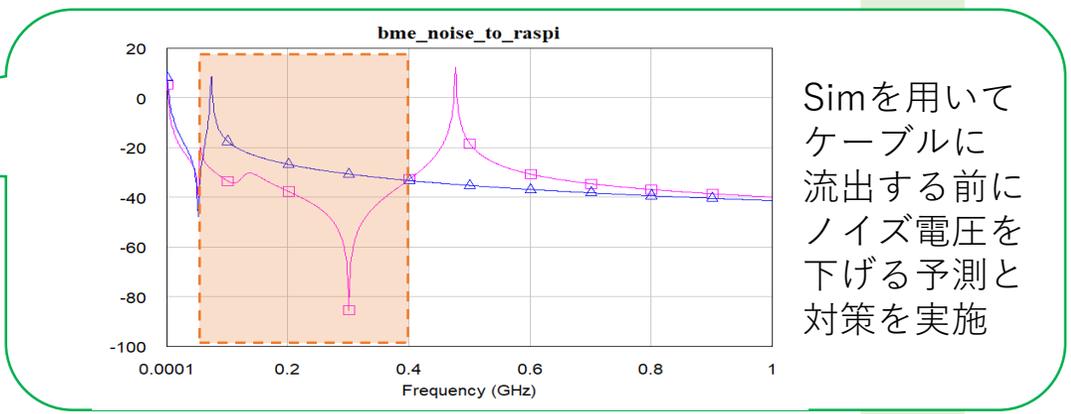
- 100~500MHzで全体的にノイズ減衰
- 最大で15dBほど減衰
  - フィルタの効果確認

# まとめ



対策前検討

ラズパイ(ノイズ源)→ECUパターン→ケーブル→BME280  
 とした経路でケーブルが放射源となっていることを確認

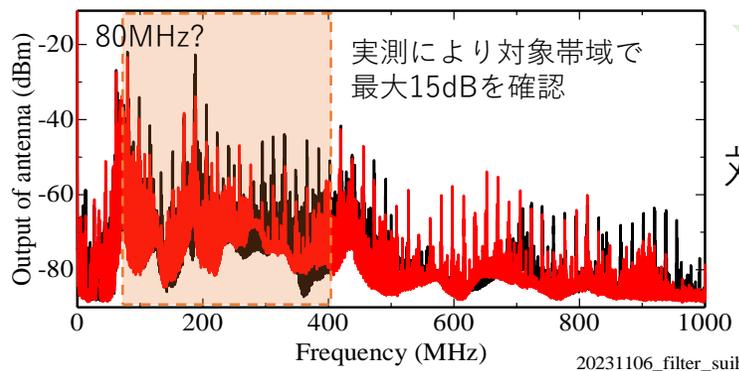


Simを用いて  
 ケーブルに  
 流出する前に  
 ノイズ電圧を  
 下げる予測と  
 対策を実施

## 対策のポイント

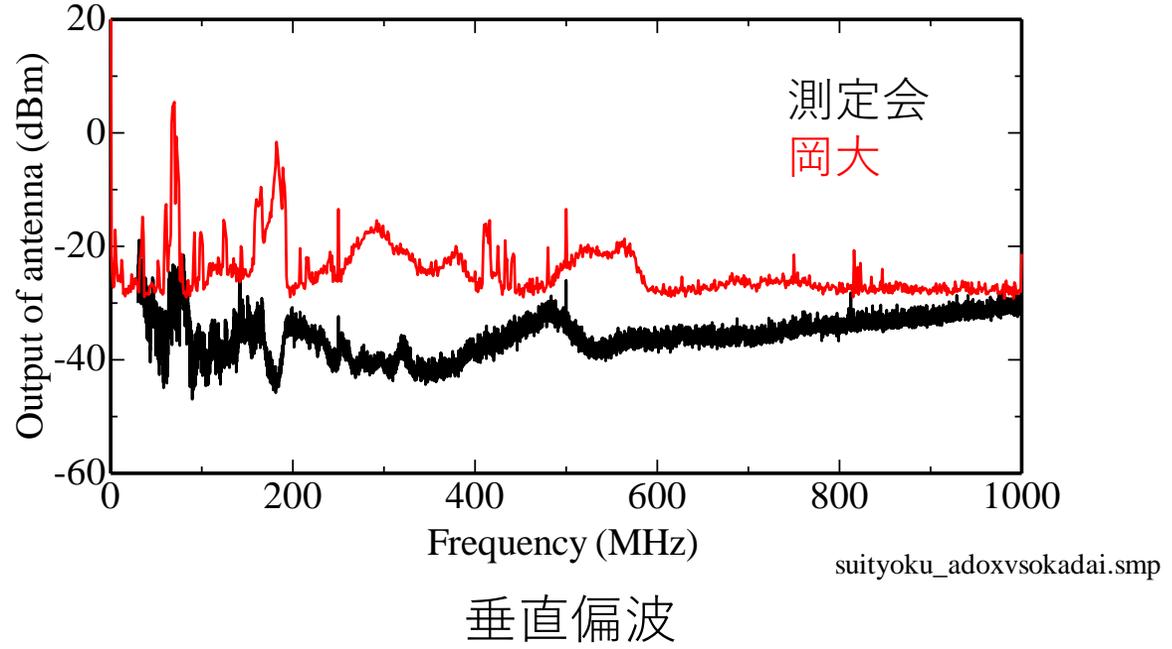
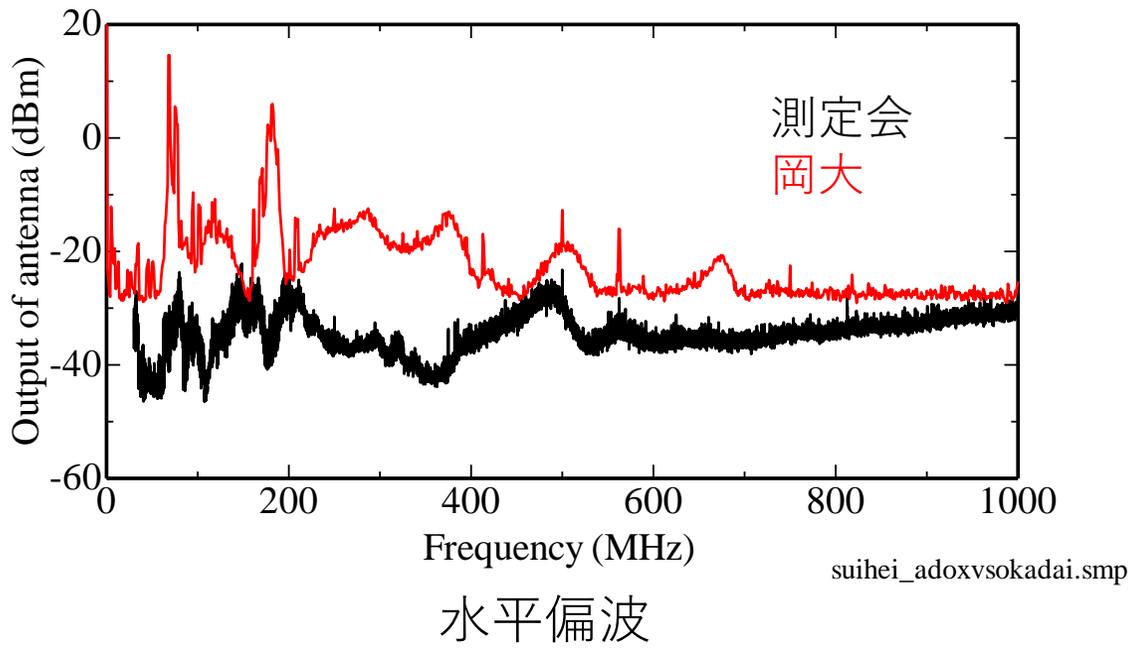
- 回路Sim使用による素子選定の効率化
- チップ素子使用による低コスト・小型化
- ノイズ源の近くにフィルタ設置

対策コスト：165円



対策後比較

測定会ではSPI通信を100kHzでおこなっていたため、岡大で10MHzに変更して放射EMIを測定

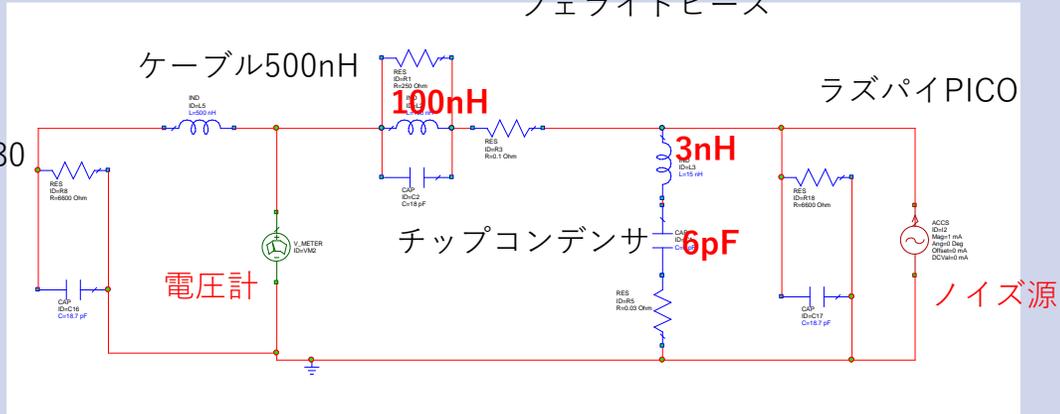


BME280-RaspberryPiCO 回路図

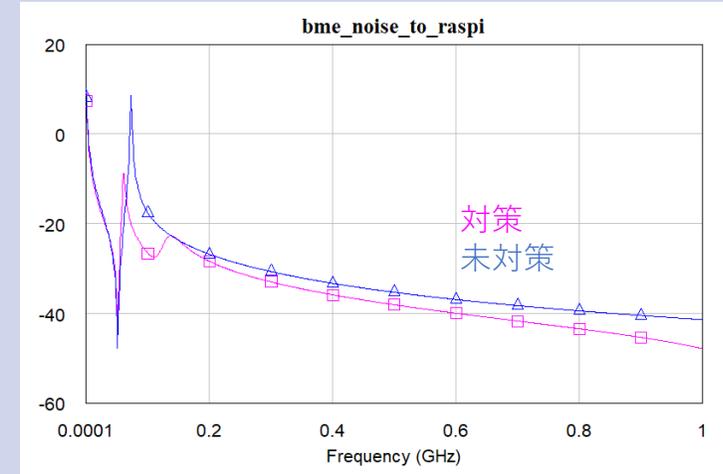
電圧(dB)

フェライトビーズ

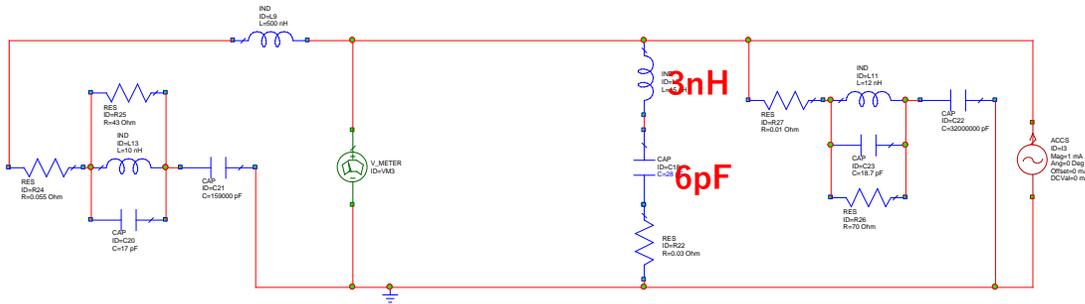
BME280



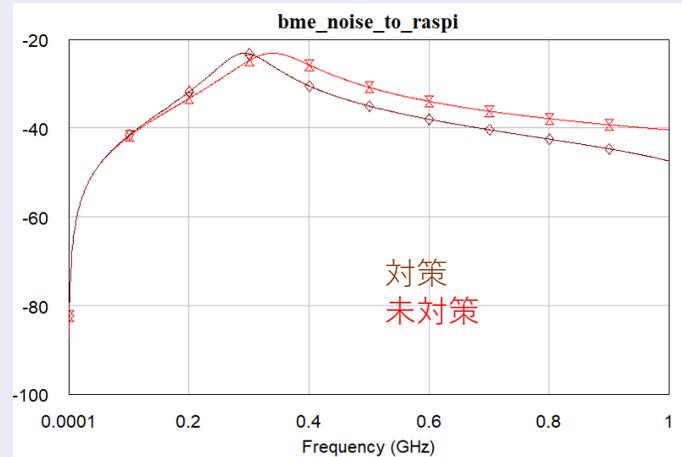
電源線ループ



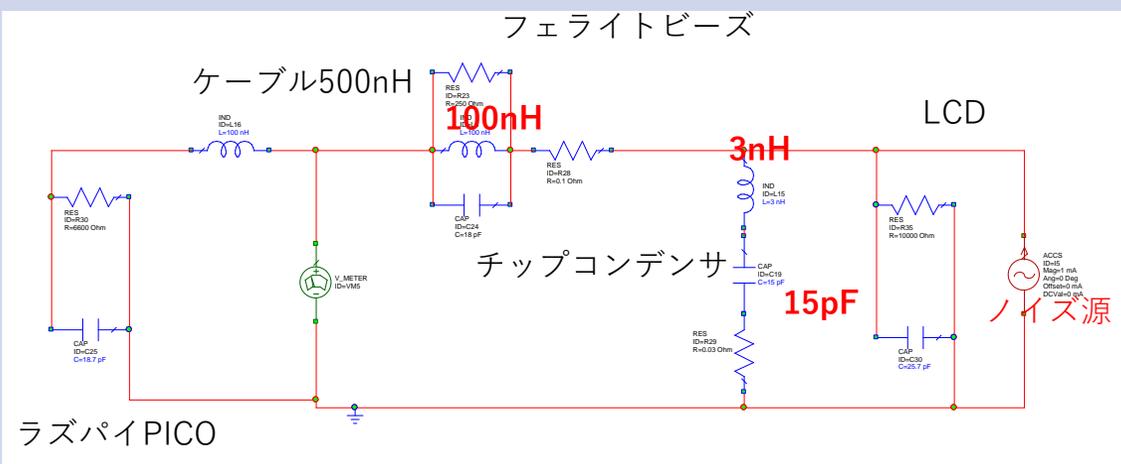
ビーズによる変化なし



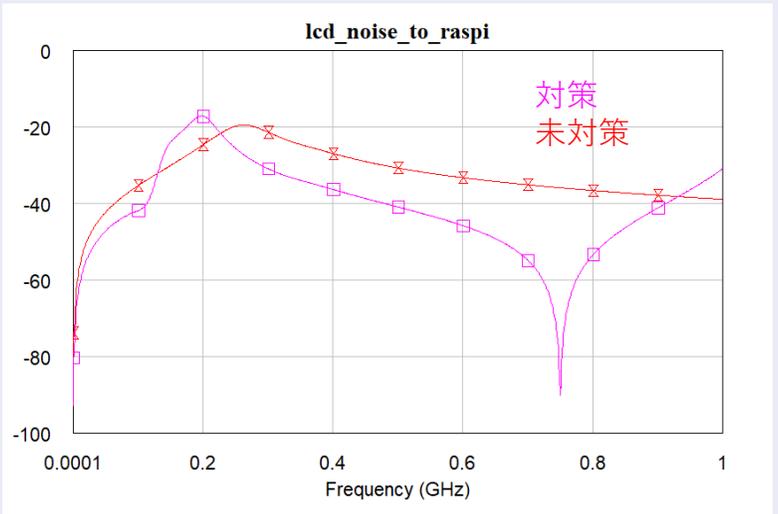
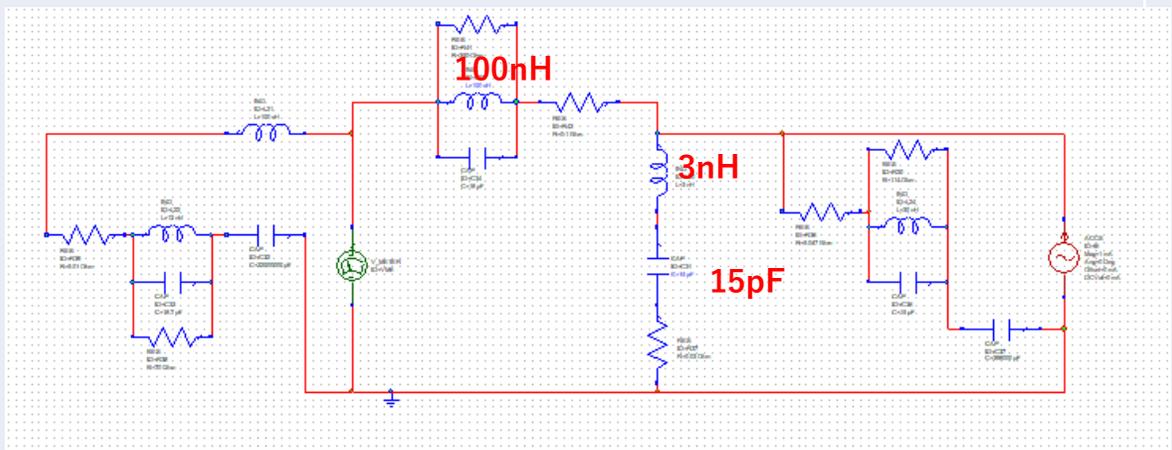
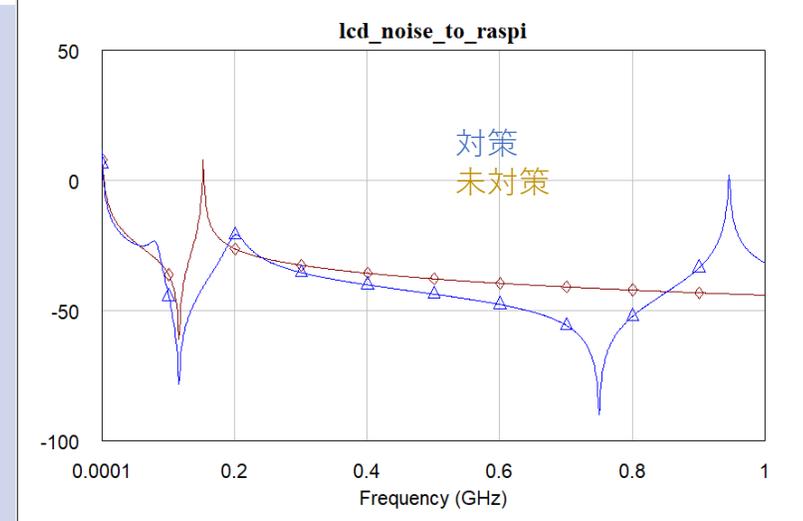
信号線ループ



## Raspberrypico-LCD 回路図



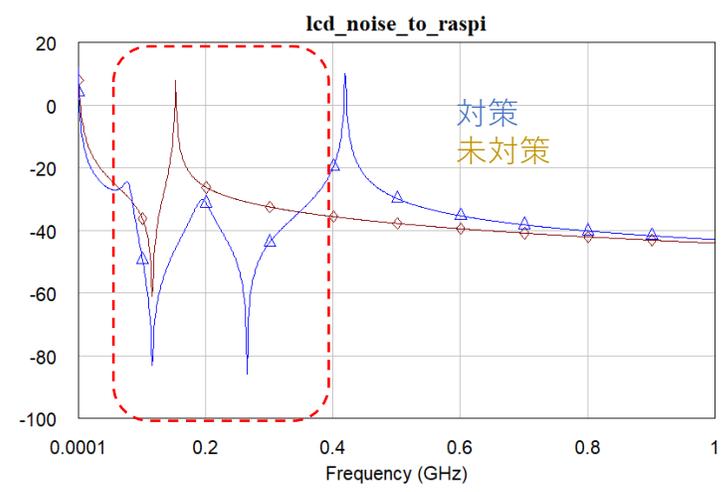
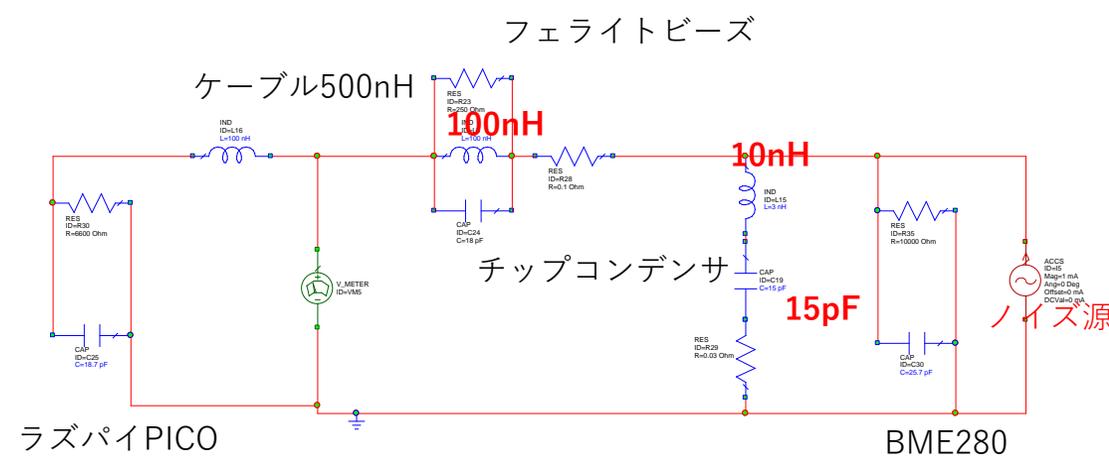
## 電圧(dB)



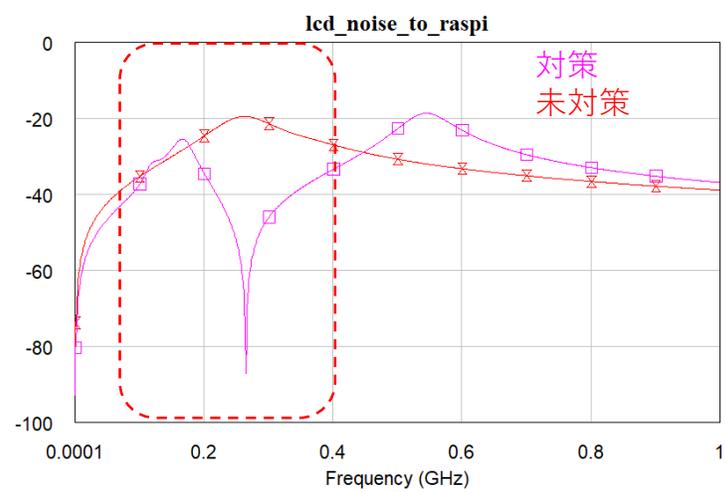
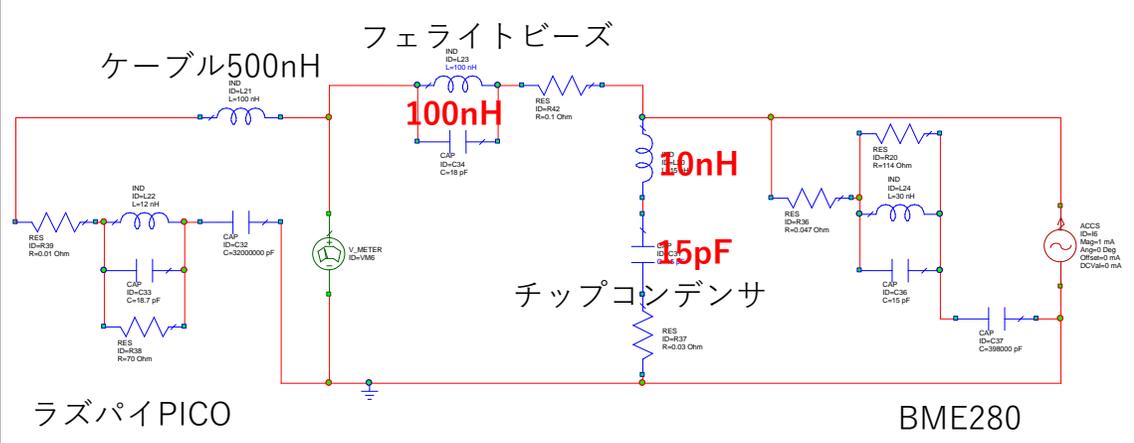
## RaspberryPICO – LCD 回路図

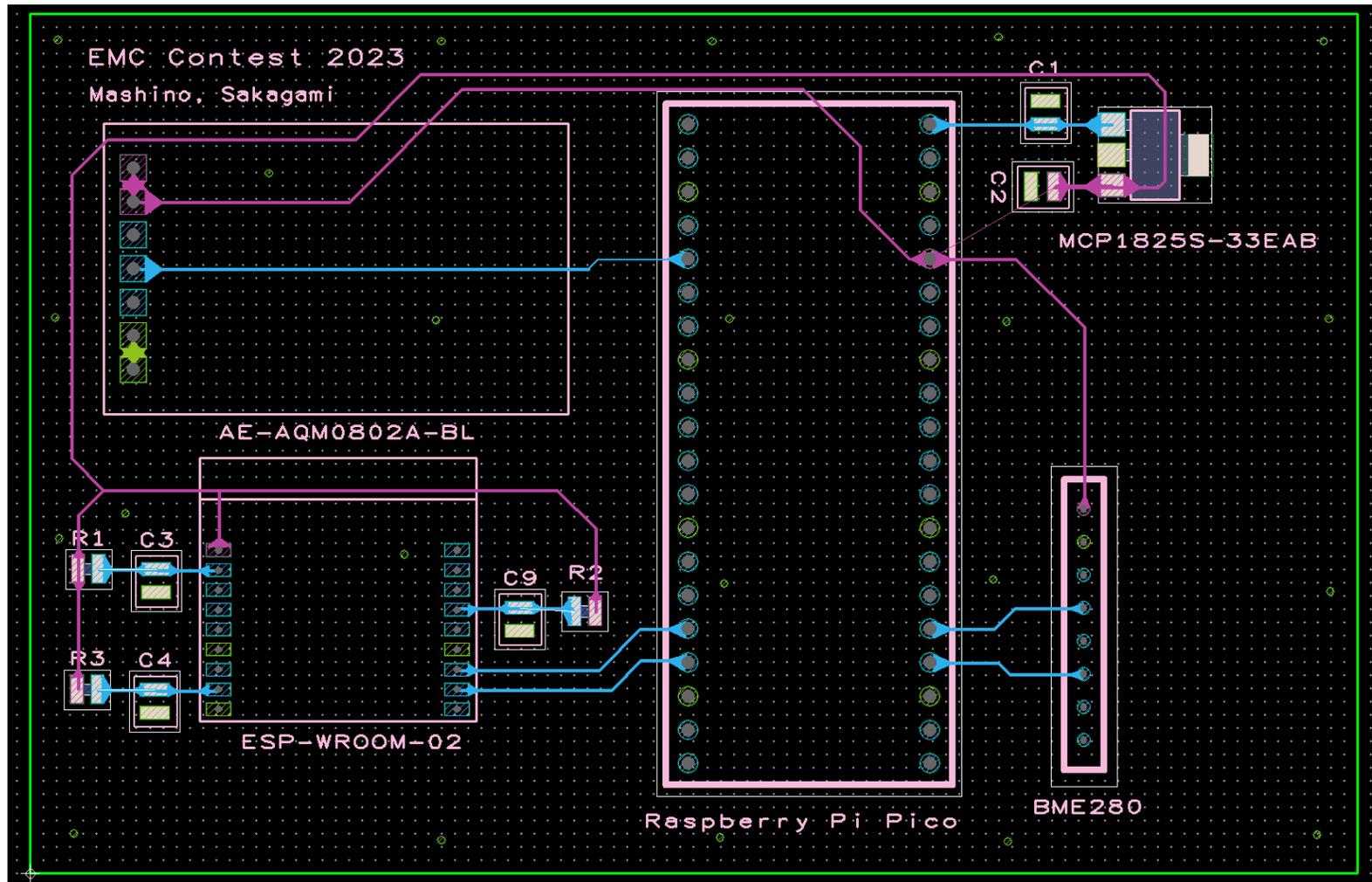
## 電圧(dB)

電源線  
ループ



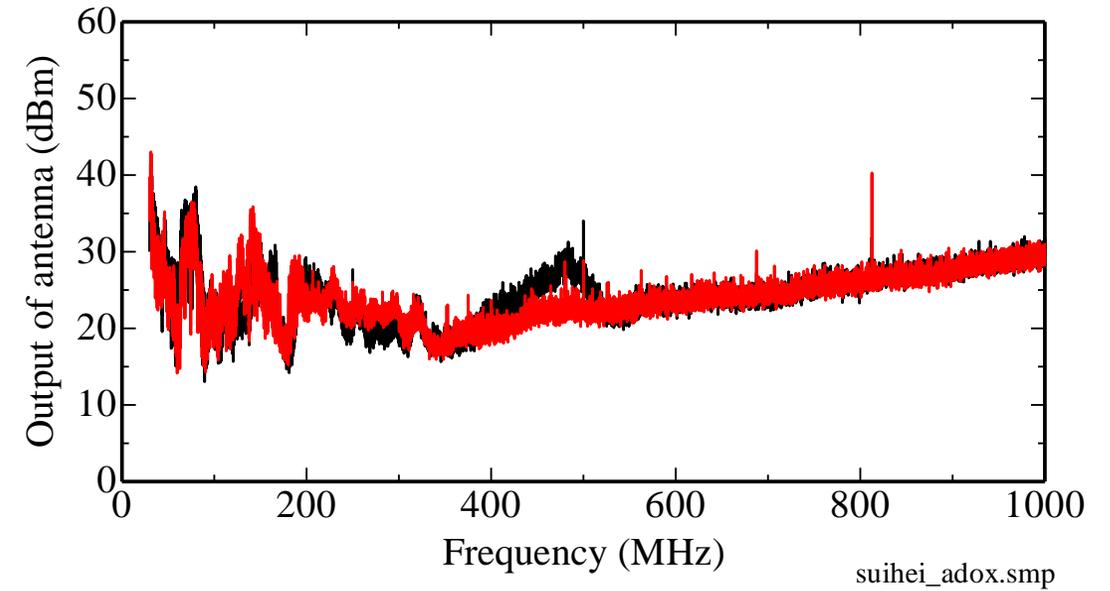
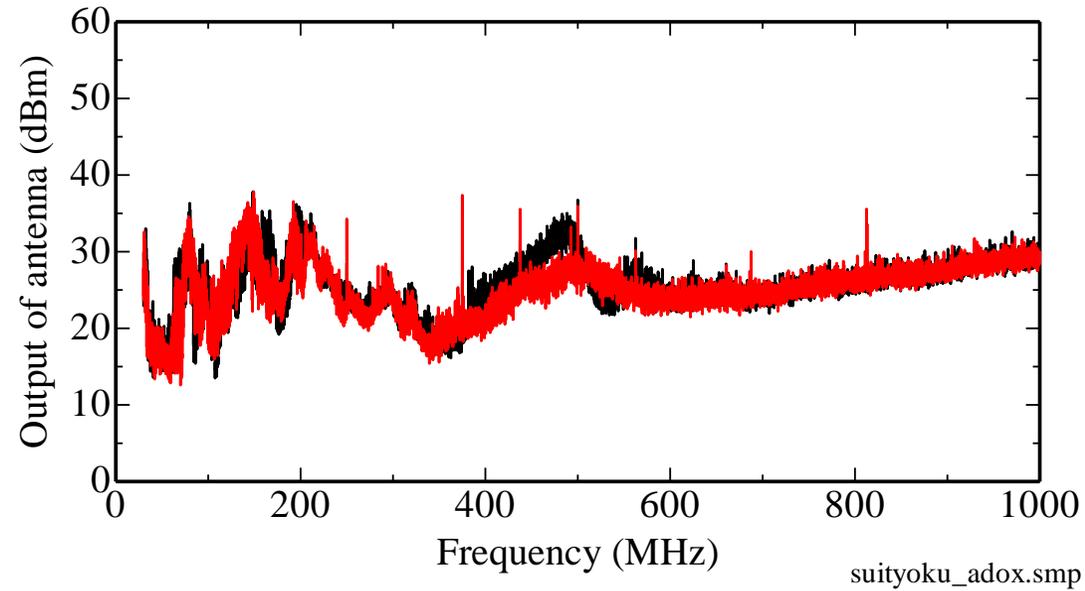
信号線  
ループ





## PCBレイアウト

- 2層構成
- 各層のベタにGND層
- ビアを約3 cmの等間隔配置



SPI通信100kHzの結果

➤ 500MHzで20dBほど減衰