

EMC設計対策コンテスト

最終発表会

2024/12/5

パナソニック インダストリー株式会社

モノづくり革新センター 解析ソリューション部 電気解析課

前田 藤野

Panasonic
INDUSTRY

**IN Your
Future**

1. チーム紹介
2. 作品の説明
3. 構想設計
4. ノイズ要因分析
5. 対策検討
6. まとめ、対策コスト

1. チーム紹介

チーム名

EMCがインダ。



メンバー



前田 夏希



藤野 新九郎

所属

パナソニック インダストリー株式会社 モノづくり革新センター 解析ソリューション部

研究・業務
の内容

セット商材のEMC設計



変位センサ



ACサーボモータ

デバイスのEMC性能評価



基板材料



コモンモードノイズ
フィルタ



ESDサプレッサ

意気込み

最優秀賞目指して頑張ります！

EMCの設計プロセスを学び、業務に活かせるよう知識を吸収していきたいです

2. 作品の説明 -キックボクシングゲーム-

製作理由

今年からキックボクシングを始めたが、
・初心者には狙っている場所が正しいかどうかの判断が難しい。
・体力消耗が激しいためフォームの乱れも考えられる。
→ただきついトレーニングではなく、ゲーム感覚で楽しみながら成長できる機能が欲しいと思ったから

ゲーム要素

キック対象の数字をLCDに複数表示し、
すべて打ち終わるまでの時間と正確さを得点化する

機能

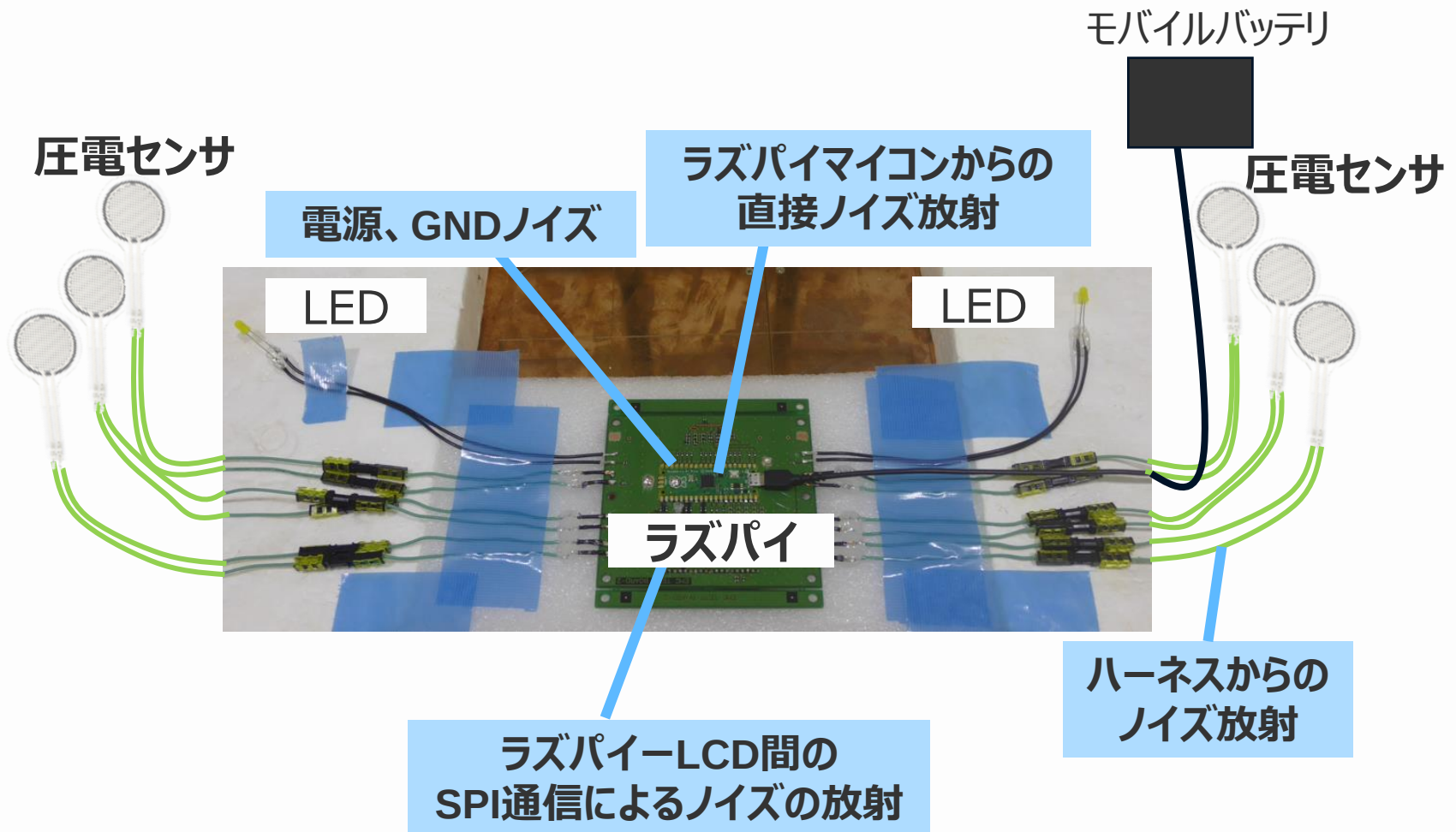
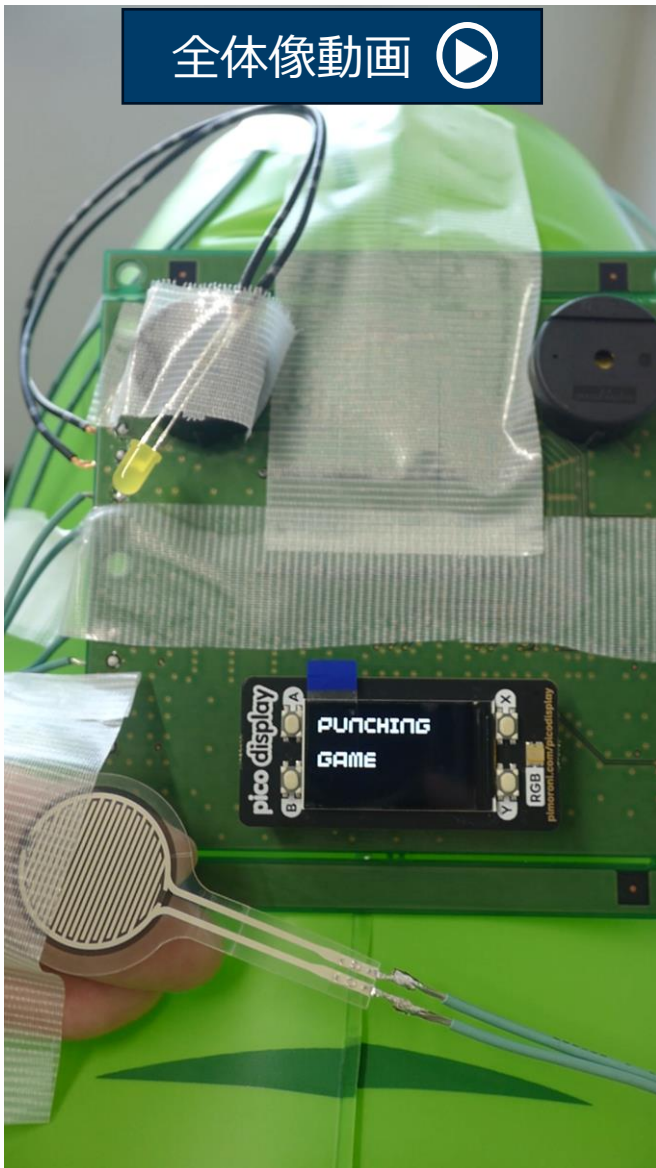
既定の場所に圧電センサを取り付け、当たったらブザーが鳴り、
点数をLCDに表示する。

構成図



2. 作品の説明 -動作詳細とEMI懸念要素-

全体像動画 ▶



3. EMI対策検討の概要 -実施内容と最終結果サマリ-

CISPR25 Ed.5クリアを目標に対策検討を実施 → 1か所のNG箇所を残し規格クリア

構想設計

ガードGND、対策部品配慮

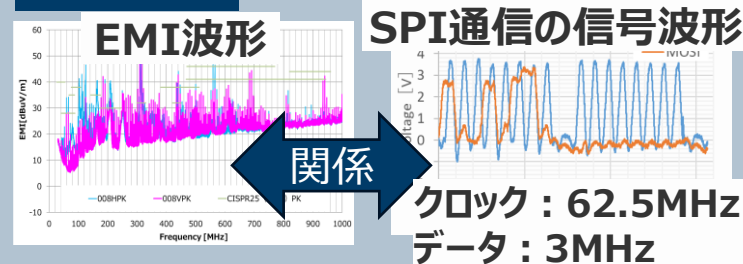


図研様 EMCアドバイザ活用

- ・バスコン配置
 - ・リターン経路
 - ・配線のクロストーク
- など9項目をチェック
→105か所の指摘を改善

ノイズ要因分析

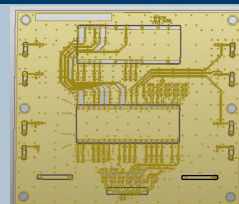
波形分析



近傍磁界分析



シミュレーション分析

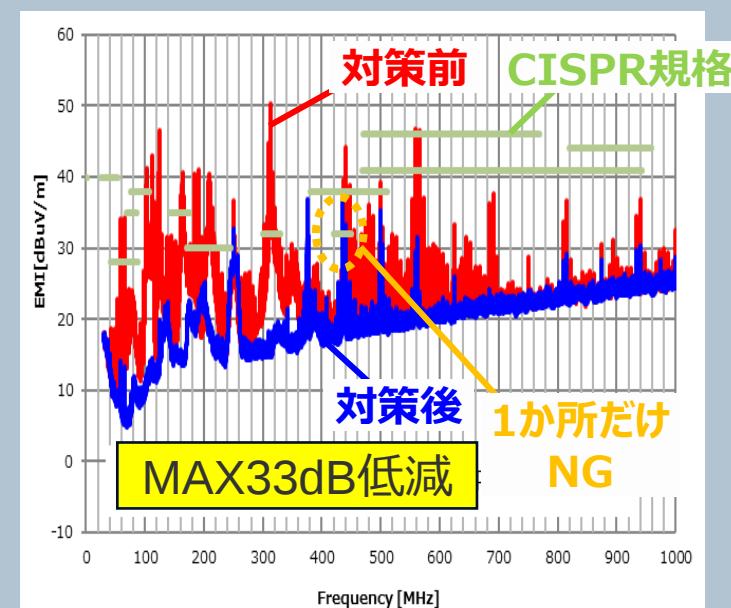


端子	結合レベル
RUN_リセット(LCD側)	-21.1104
RUN_リセット(ラズパイ側)	-21.1432
リセット配線の結合	
GP20_BL_EN (LCD側)	-39.3103
GP20_BL_EN (ラズパイ側)	-46.7364
GP19_MOSI (ラズパイ側)	-47.236

対策検討

対策内容

SPI通信配線: ダンピング抵抗+ビーズ
ハーネス: ビーズ+CMF
リセット配線: ビーズ



3. 構想設計

CISPR25 Ed.5クリアを目標に対策検討を実施 → 1か所のNG箇所を残し規格クリア

構想設計

ガードGND、対策部品配慮

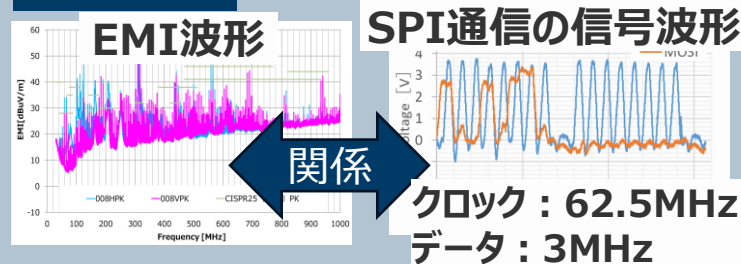


図研様 EMCアドバイザ活用

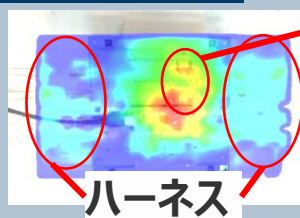
- ・バスコン配置
 - ・リターン経路
 - ・配線のクロストーク
- など9項目をチェック
→105か所の指摘を改善

ノイズ要因分析

波形分析

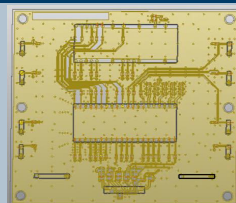


近傍磁界分析



SPI通信配線

シミュレーション分析

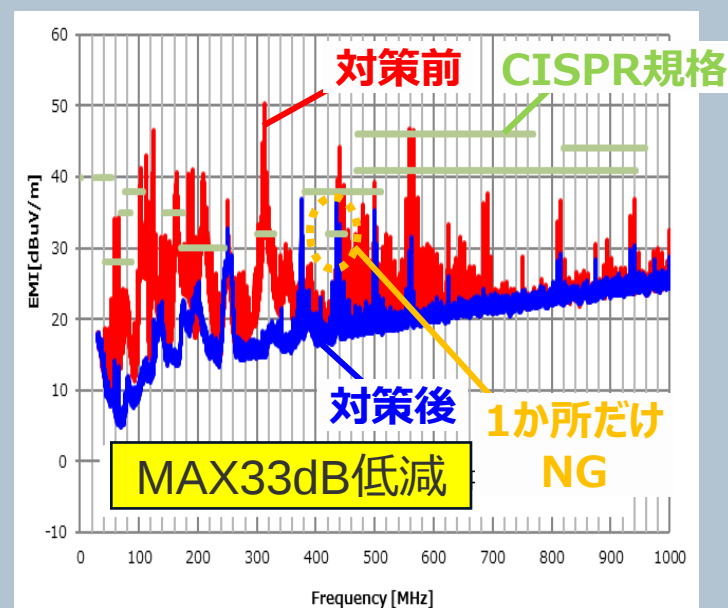


端子	結合レベル
RUN_リセット(LCD側)	-21.1104
RUN_リセット(ラズパイ側)	-21.1432
リセット配線の結合	
GP20_BL_EN (LCD側)	-39.3103
GP20_BL_EN (ラズパイ側)	-46.7364
GP19_MOSI (ラズパイ側)	-47.236

対策検討

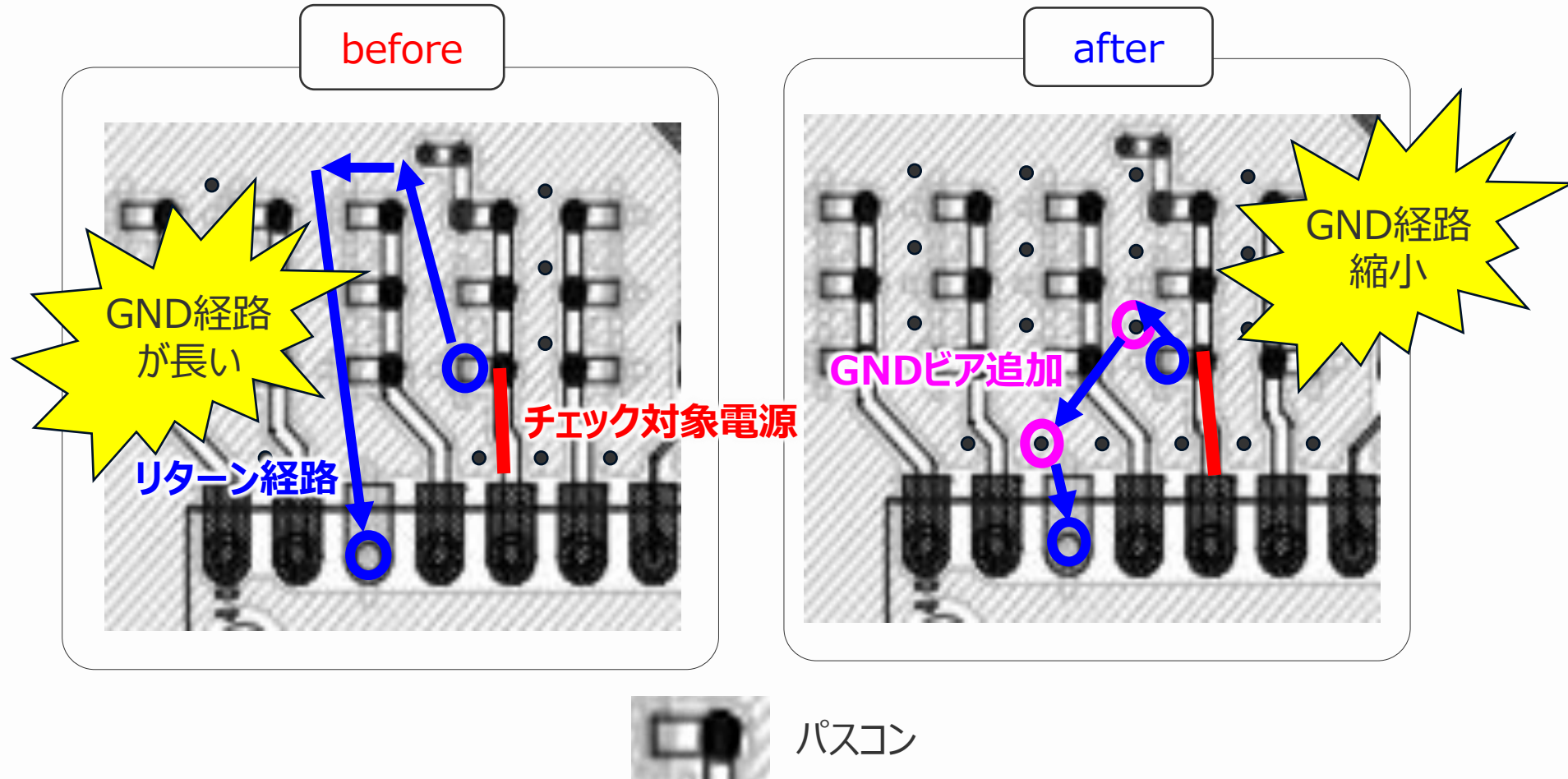
対策内容

SPI通信配線：ダumping抵抗+ビーズ
ハーネス：ビーズ+CMF
リセット配線：ビーズ



3. 構想設計 -EMCアドバイザー パソコン配置の改善事例-

電源・GND配線の最短経路確保できていない配線に対して改善を実施

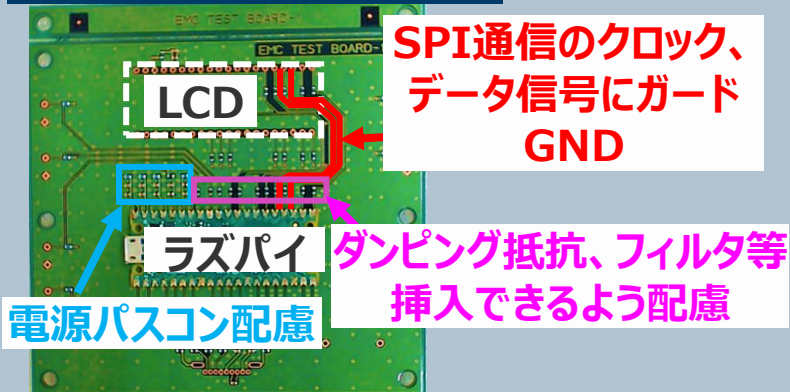


4. ノイズ要因分析

CISPR25 Ed.5クリアを目標に対策検討を実施 → 1か所のNG箇所を残し規格クリア

構想設計

ガードGND、対策部品配慮

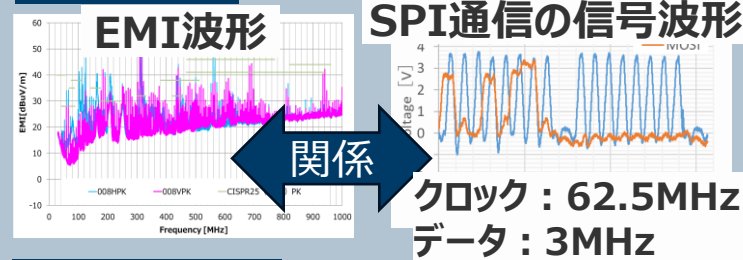


図研様 EMCアドバイザ活用

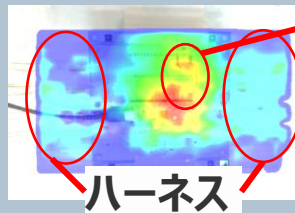
- ・パスコン配置
 - ・リターン経路
 - ・配線のクロストーク
- など9項目をチェック
→105か所の指摘を改善

ノイズ要因分析

波形分析

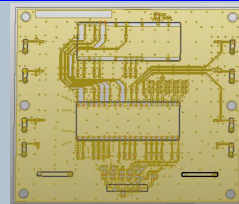


近傍磁界分析



SPI通信配線

シミュレーション分析

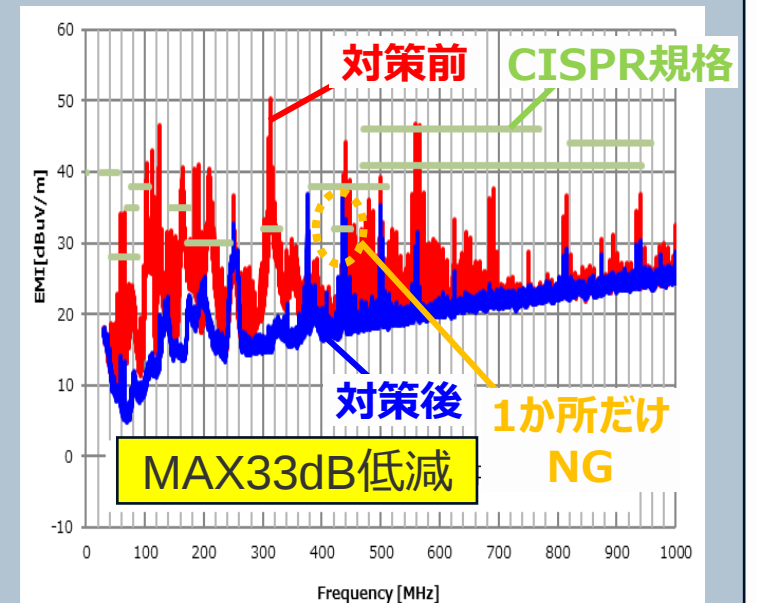


端子	結合レベル
RUN_リセット(LCD側)	-21.1104
RUN_リセット(ラズパイ側)	-21.1432
リセット配線の結合	
GP20_BL_EN (LCD側)	-39.3103
GP20_BL_EN (ラズパイ側)	-46.7364
GP19_MOSI (ラズパイ側)	-47.236

対策検討

対策内容

SPI通信配線 : ダンピング抵抗+ビーズ
ハーネス : ビーズ+CMF
リセット配線 : ビーズ



4. ノイズ要因分析 -シミュレーション-

ハーネスからのノイズ放射の詳細要因を分析するため、クロストークの解析を実施

※S : 圧電センサ

SPIクロック、データからの
直接クロストーク

他の配線経路での
クロストークが無いか確認

S3

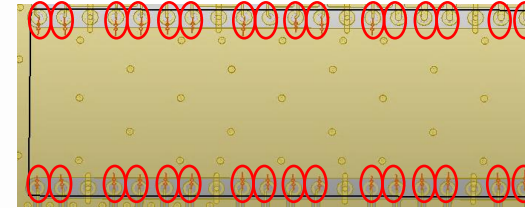
S2

S1

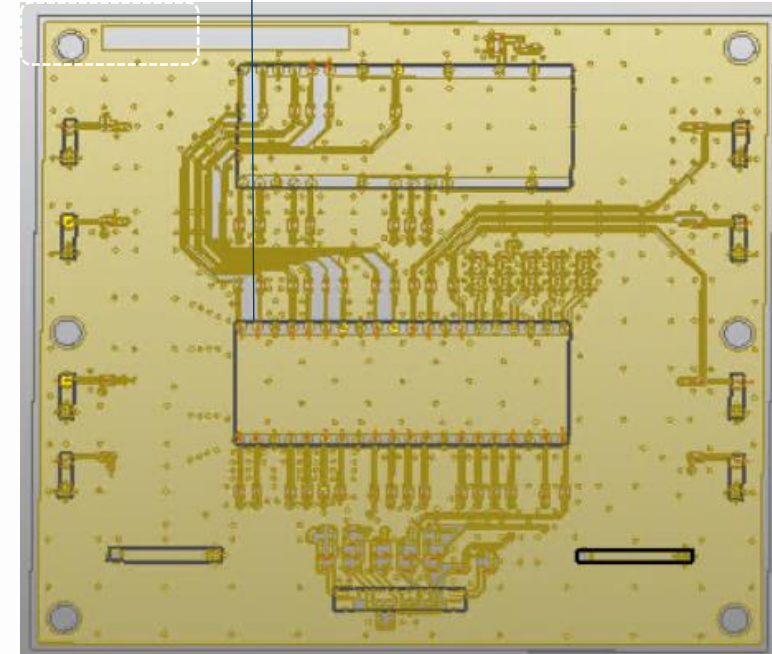
S4

S5

S6



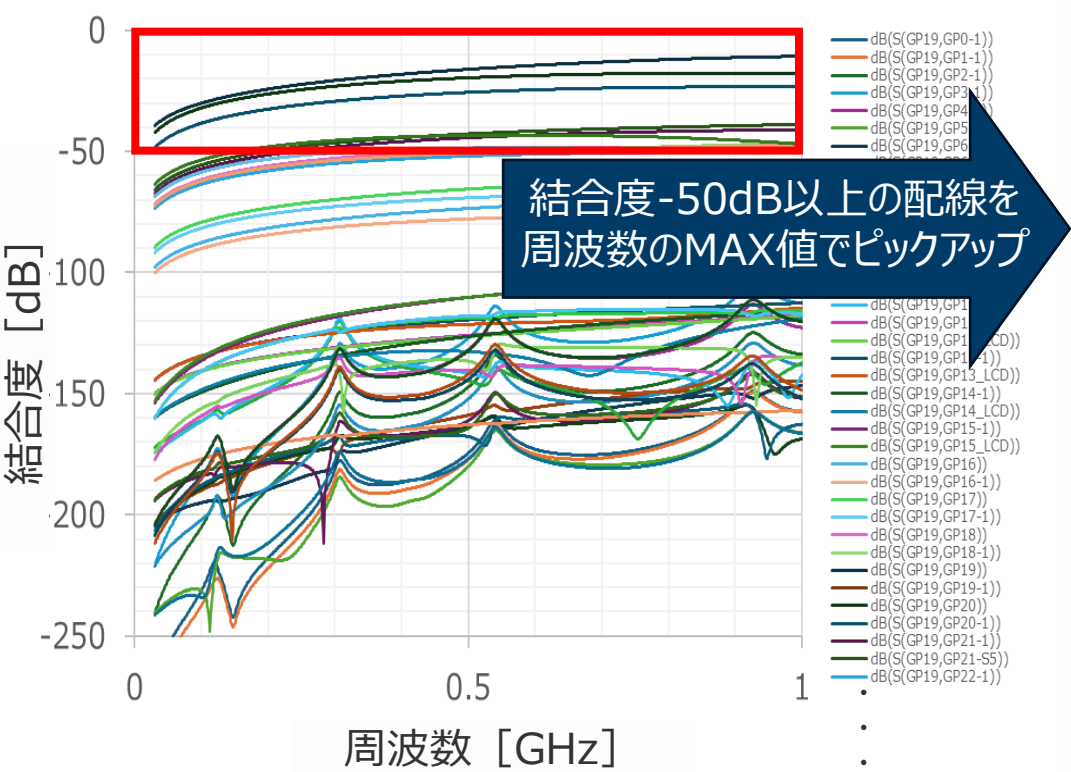
各モジュールの全端子にポートを
設定し端子間の相互結合を解析



シミュレーションモデル
(使用ツール : Ansys SIwave)

4. ノイズ要因分析 -シミュレーション-

- データからリセット端子への結合を確認
- 近傍磁界結果と総合的に判断して、データ→リセット端子→圧電センサS4の経路からの放射が考えられる



結合度の解析例（クロック→他端子）

クロック→他端子

端子	結合度
データ（ラズパイ）	-46.7
LCD_CS（LCD）	-47.7
データ（LCD）	-48.3

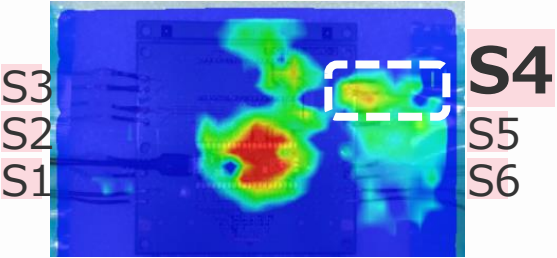
データ→他端子

端子	結合度
圧力センサS5（センサ側）	-38.8
圧力センサS5（ラズパイ側）	-41.0
リセット（ラズパイ側）	-43.2
クロック（ラズパイ）	-46.5
圧力センサS4（センサ側）	-47.2
圧力センサS5（LCD側）	-48.3
リセット（LCD側）	-48.5
圧力センサS4（ラズパイ側）	-49.4

リセット端子→他端子

端子	結合度
圧力センサS4（センサ）	-21.1
圧力センサS4（ラズパイ）	-29.3
圧力センサS5（センサ）	-39.5
圧力センサS5（ラズパイ）	-42.0
LCD_CS（ラズパイ）	-45.3
LCD_CS（LCD）	-48.5

データから圧電センサへの直接クロストーク以外で顕著な経路は
データ→リセット→圧電センサ



近傍磁界でもS4のレベルが高いため、
上記仮説は正しい？（後ほど検証）

5. 対策検討

CISPR25 Ed.5クリアを目標に対策検討を実施 → 1か所のNG箇所を残し規格クリア

構想設計

ガードGND、対策部品配慮

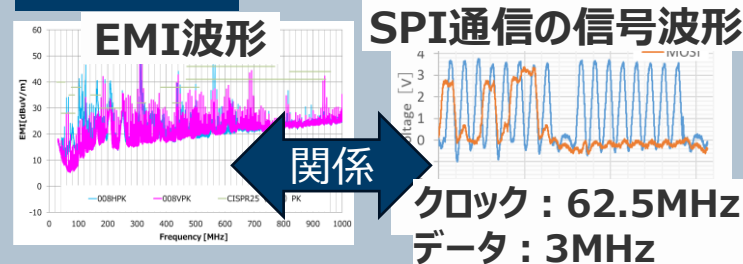


図研様 EMCアドバイザ活用

- ・バスコン配置
 - ・リターン経路
 - ・配線のクロストーク
- など9項目をチェック
→105か所の指摘を改善

ノイズ要因分析

波形分析

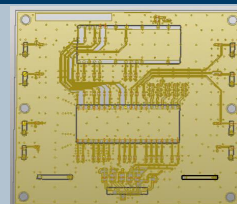


近傍磁界分析



SPI通信配線

シミュレーション分析

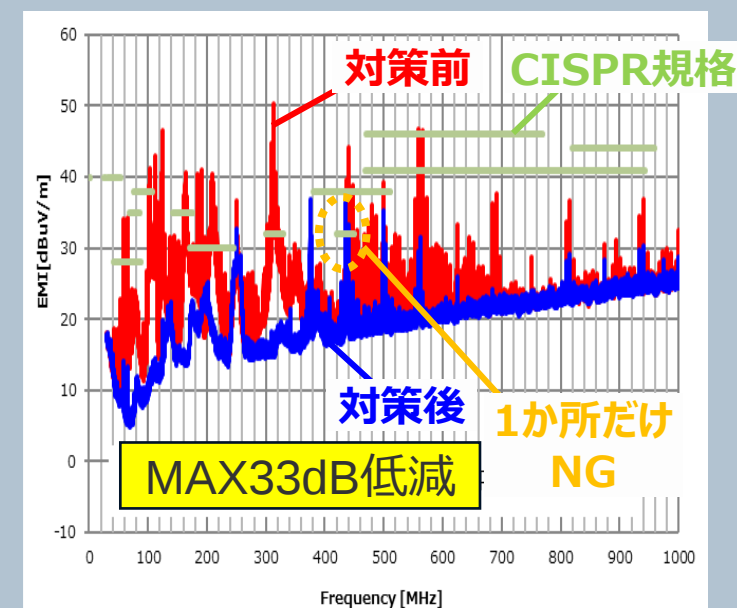


端子	結合レベル
RUN_リセット(LCD側)	-21.1104
RUN_リセット(ラズパイ側)	-21.1432
リセット配線の結合	
GP20_BL_EN (LCD側)	-39.3103
GP20_BL_EN (ラズパイ側)	-46.7364
GP19_MOSI (ラズパイ側)	-47.236

対策検討

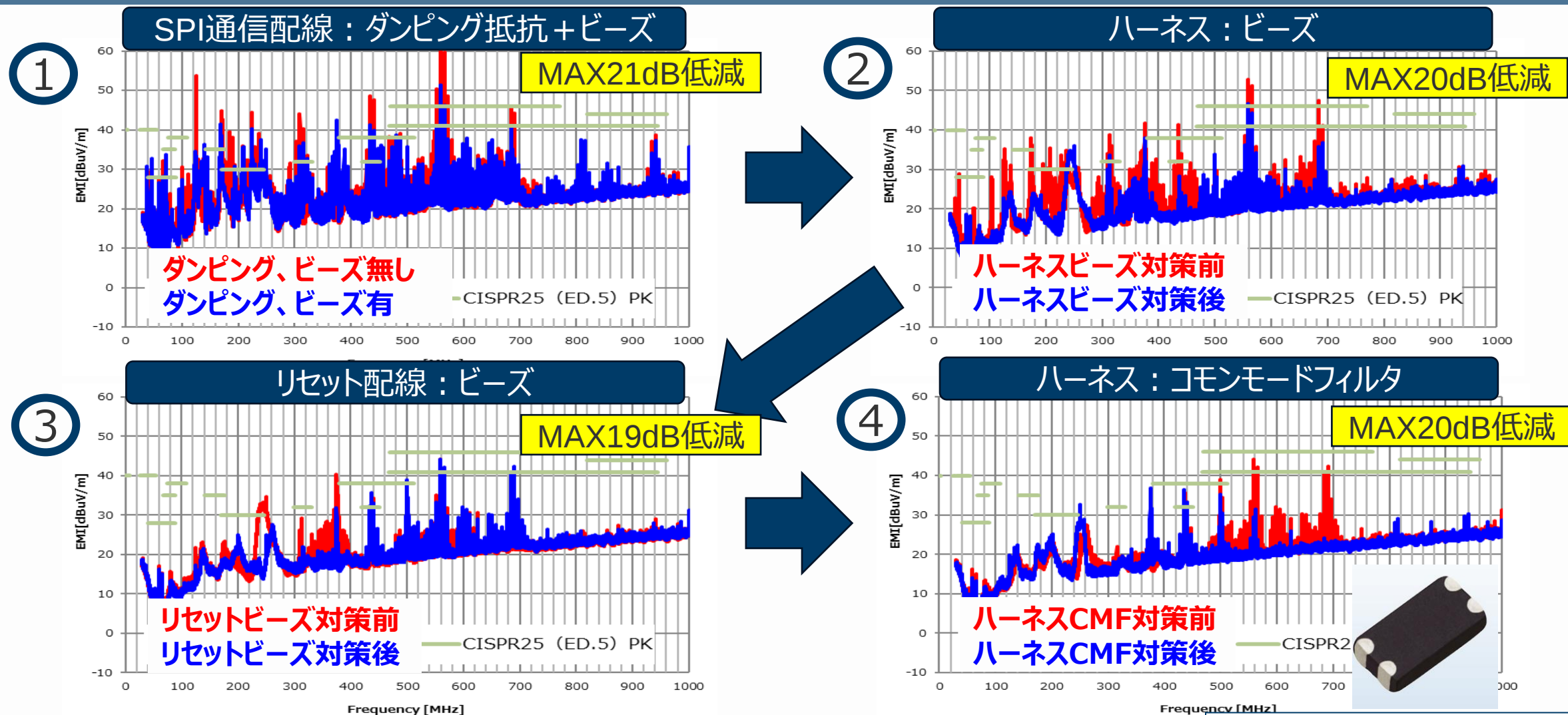
対策内容

SPI通信配線：ダンピング抵抗+ビーズ
ハーネス：ビーズ+CMF
リセット配線：ビーズ



5. 対策検討

CISPR25 Ed.5クリアを目標に対策検討を実施 → 1か所のNG箇所を残し規格クリア



6. まとめ

■実施内容

- ・構想設計

ノイズ対策としてガードGNDや対策部品のパターン配慮を重点対応。EMCアドバイザを活用しながら基板設計

- ・ノイズ要因分析

波形分析で発生源確認、近傍磁界測定で発生源特定、シミュレーション分析で原因特定

- ・対策検討

LCD、ハーネスを中心にノイズ対策部品での対策実施

■実施結果

CISPR25 Ed.5クリアを目標に対策検討を実施 → 1か所のNG箇所を残し規格クリア(MAX33dB低減)

対策コスト

※調査サイト：RS componentsなど

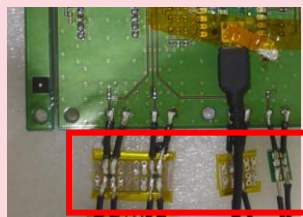
対策箇所	対策部品	品番	個数	単価	合計
SPIデータ、クロック配線	ダンピング抵抗 (220Ω)	-	2	3	6
	ビーズ	BLM18BB121SN1	2	3.76	7.52
ハーネス	ビーズ	BLM18BD331SN1	12	4.6	55.2
	ビーズ	BLM18BD471SN1	12	3	36
	コモンモードフィルタ	EXC34CE121U	6	13	78
リセット配線	ビーズ	BLM18BD471SN1	1	3	3
				合計	185.7

6. 感想

- 部品選定～ノイズ対策まで設計上流から下流までの一連の流れを学べる有意義なイベントだった

- 仮説を立てて複数のノイズ対策を試したが、効果なしのものや悪化することもあり苦戦した

- EMC基礎WSで学んだ上流工程でのEMC設計が重要ということを身をもって体感した



ビーズを入れるのに苦戦
基板に配置できるよう配慮できていれば・・・

- まだまだ対策案の最適化、コストダウンの余地あり！
(ビーズの定数選定、実装場所・数)

EMC対策で苦労しないような
技術開発を行っていきたい

対策箇所	写真	対策内容	効果
ラズパイ本体		面実装	○
USB		フェライトコア	○
電源		LISN付電源	○
ラズパイ本体		電波吸収シート	△
ラズパイ本体 LCD		GND強化	△
ハーネス		ツイスト	×

Panasonic
INDUSTRY