

第4回 EMC設計対策コンテスト概要説明

環境電磁工学研究会(EMCJ) 2種研

幹事 末永 寛 (パナソニックインダストリー (株))

幹事補佐 緒方 健二 (ADOX福岡)

幹事補佐 西本 太樹 (パナソニックインダストリー (株))

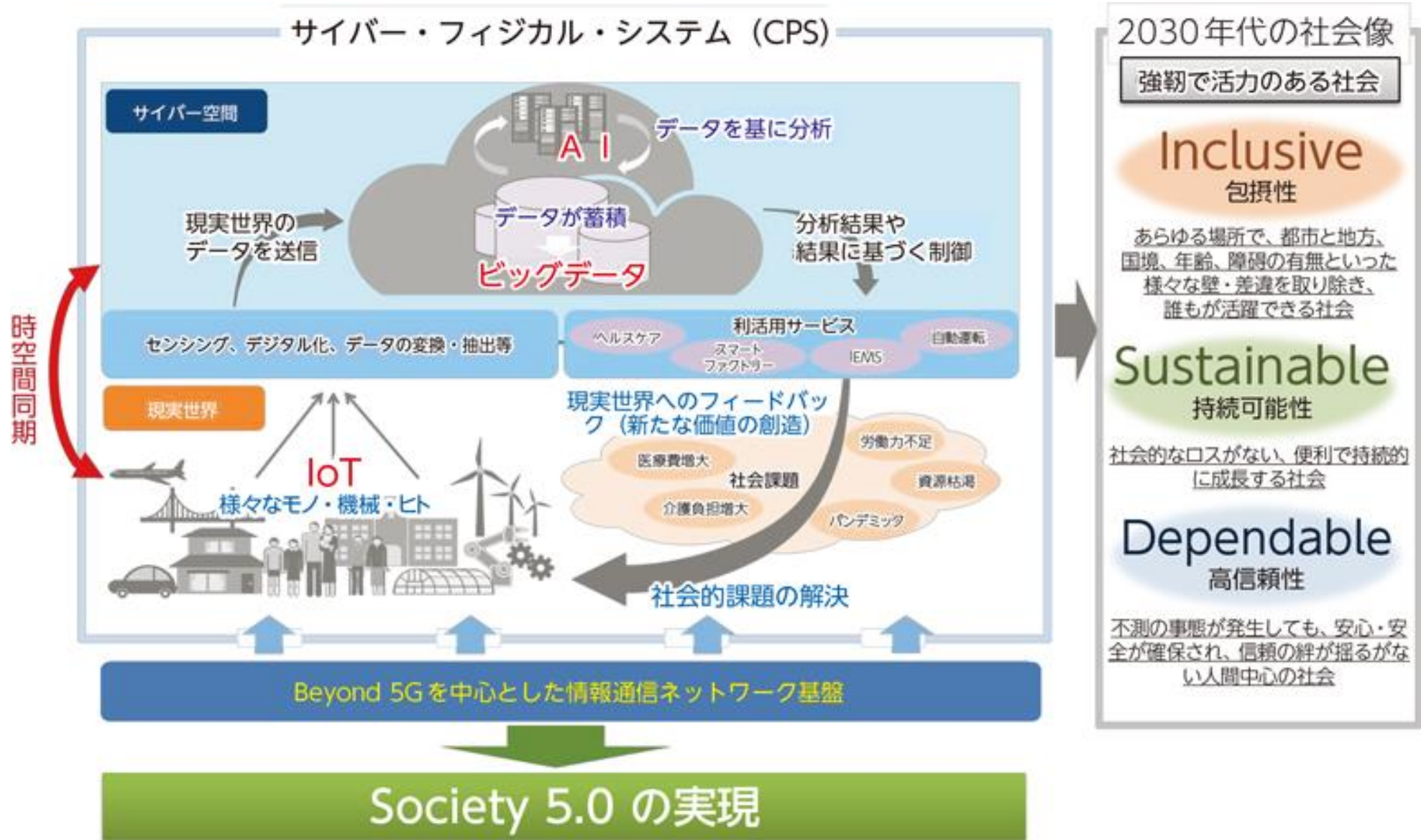
更新履歴

2023年 7月19日 初版

2023年 7月26日 Rev.8

- ・ p.5の参加要件（年齢やチーム構成人数）について、p.25,26のFAQに補足追記。
- ・ 表彰の規定について、p.28のFAQに補足追記。

はじめに： EMC設計対策技術者を取り巻く環境



はじめに： EMC設計対策技術者を取り巻く環境

たとえば、ロボット掃除機を作るには・・・



EMC設計は
これらに深く関係

電子機器の高機能化、技術領域の細分化が進んでいるなかで、EMC設計対策の技術者には全体を俯瞰できるアーキテクト的なスキルが求められる。

➡ 本コンテストのIoT 開発モジュールを用いたアプリケーション開発を通じて、モノづくりに必須である回路設計とEMC 設計対策を実体験し、スキル向上を図る。

第4回 EMC設計対策コンテスト

設計初心者
大募集！！

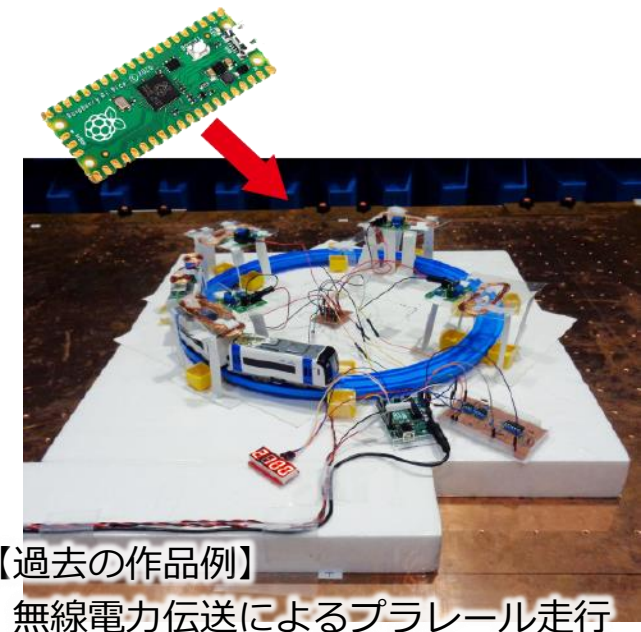
コンテストのねらい：

IoT 開発モジュールを用いた EMC 設計対策を実体験するとともに、参加者・
評価者で広くディスカッションすることで、次世代のEMC研究者・技術者を育成。

コンテストのポイント：

- ・ 学生・社会人の若手研究者・技術者（原則35歳以下）二人でチームを組んで参加。
- ・ 配布する 汎用IoTモジュール（今回はRaspberry Pi pico他）を用いて、独自アプリケーションを開発 (右図は過去の作品例)。
- ・ リアルな設計・開発を通じ、電子機器設計スキル、及び EMC設計対策技術の向上をねらう。
- ・ **参加費：学生 10,000円/チーム
社会人 16,000円/チーム**

p.25,26の
FAQ参照



第4回 EMC設計対策コンテストの主なスケジュール

☆ [参加者募集中 募集〆切：8/6（日）奮ってご応募ください！](#) ☆

本日

7月19日(水) 17:00-18:00 EMC設計対策コンテスト説明会【オンライン】
コンテストの課題内容とスケジュールを説明します。

近日受付開始

8月7日(月) 13:00-17:00 ツール講習会【オンライン】
回路図および基板設計ツールであるQuadceptの講習会です。

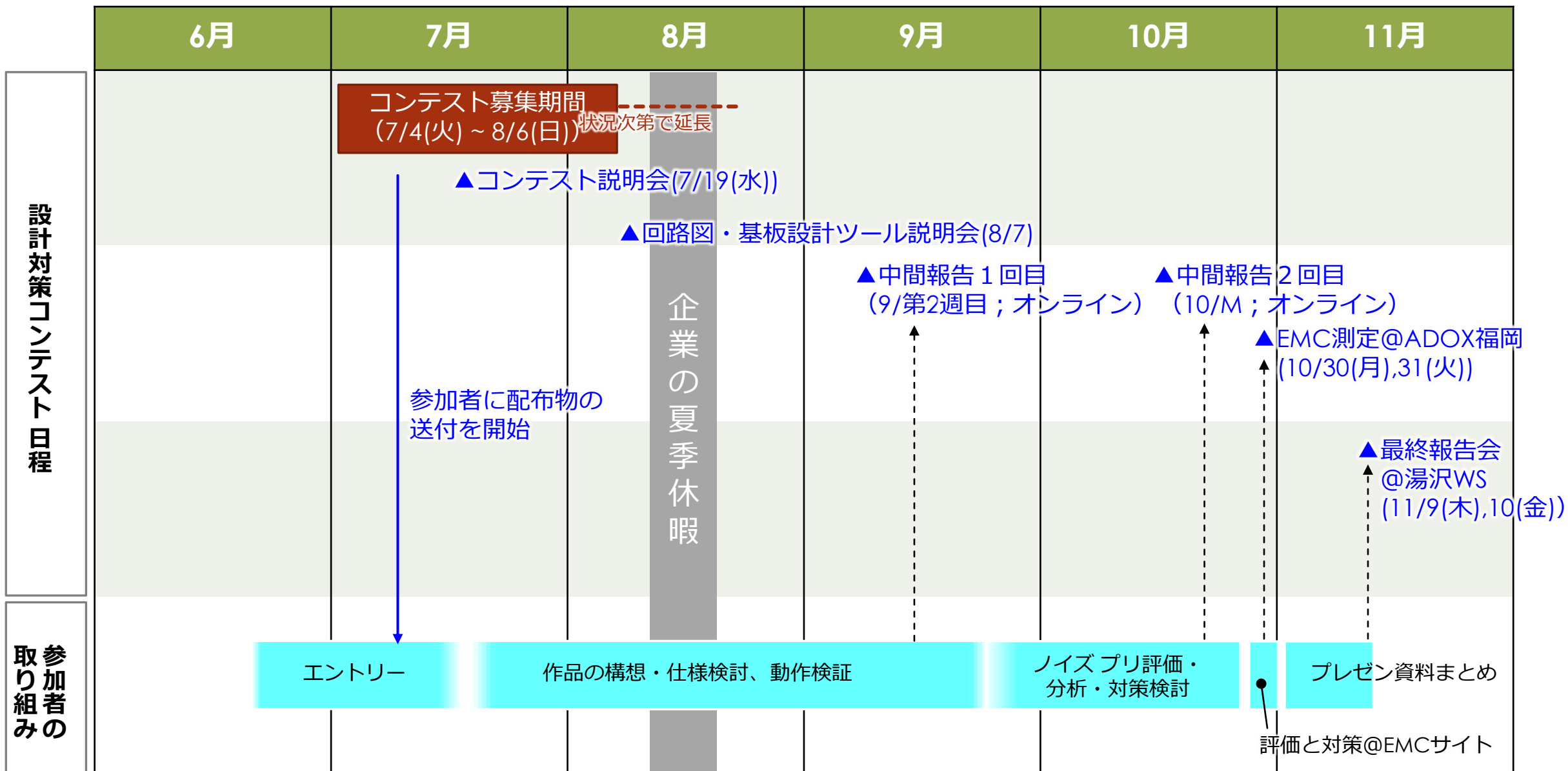
9月2週目：中間報告1回目【オンライン】
作品検討段階での進捗確認、質疑応答の場。

10月中旬：中間報告2回目【オンライン】
作品の仕様、試作前のEMC設計指針、EMC本番評価（下記 10/E）前のノイズのプリ評価に基づくノイズ発生メカニズムの分析、及び対策方針などの中間報告とディスカッション。

10月30日(月)、31日(火)：作品のEMC評価【ADOX福岡@北九州】
現地開催が基本。現地参加できない場合は、オンライン参加も検討。

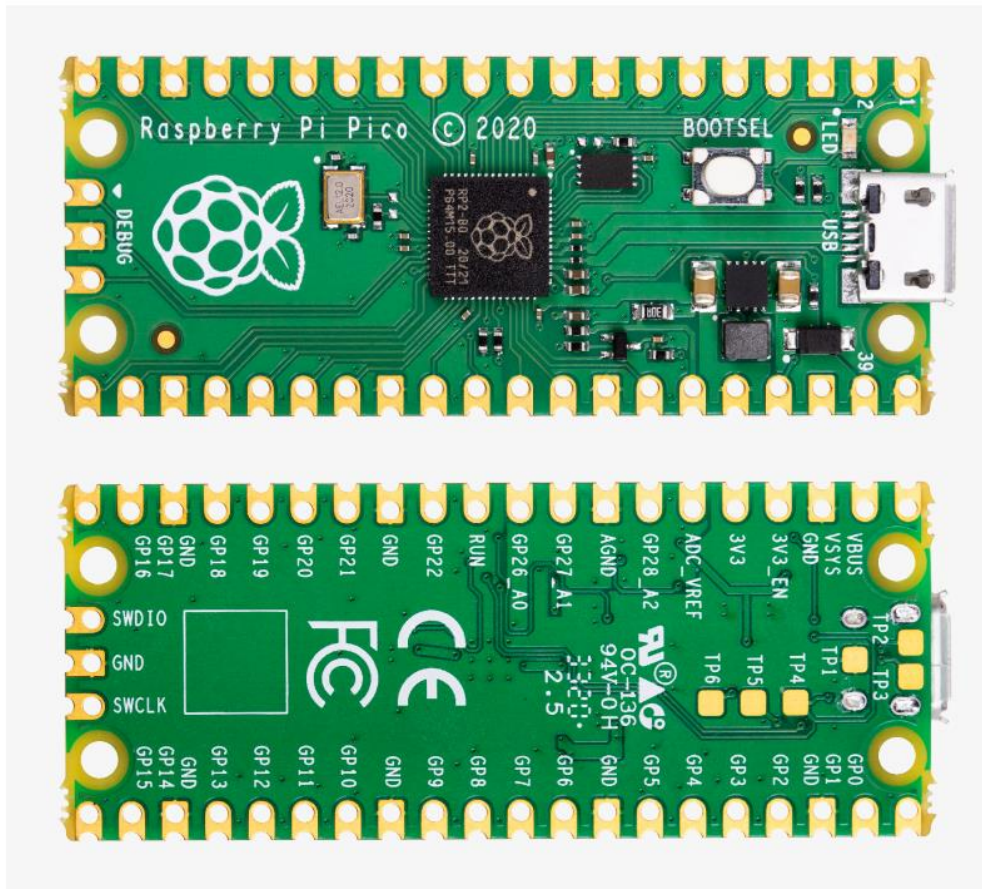
11月9日(木)・10日(金)：最終プレゼンおよび表彰（EMC湯沢ワークショップと同時開催）

第4回 EMC設計対策コンテストの主なスケジュール



About Raspberry Pi Pico

Raspberry Pi Pico is a microcontroller board based on the Raspberry Pi RP2040 microcontroller chip.



特徴

- Raspberry Pi (UK) 設計のRP2040マイコン搭載
- デュアルコア ARM Cortex M0+プロセッサ、最大動作周波数 133 MHz
- SRAM : 264KB、フラッシュメモリ : 2MB
- 端面スルーホールを備えているため直接キャリアボードへのはんだづけが可能
- USB 1.1 ホスト/デバイス両対応
- 低消費電力スリープモードおよびドーマントモードが利用可能
- USBを介しマスストレージを使ったドラッグアンドドロップによるプログラムの書き込みが可能
- 26 x 多機能GPIOピン
- 2 x SPI、2 x I²C、2 x UART、3 x 12 bit ADC、16 x PWMチャンネル
- 正確なクロックとタイマーを搭載
- 温度センサ搭載
- 高速な浮動小数点ライブラリを搭載
- 8 x プログラマブルI/O (PIO)

コンテスト参加チームに配布するキット

#	名称	個数	
1	Raspberry Pi Pico基本キット (本体、ピンヘッダ、USBケーブル)	2	
2	ジャイロセンサ (L3GD20H 3軸ジャイロセンサーモジュールキット)	1	
3	LCD表示器 (7セグメントLEDシリアルドライバモジュール付)	1	
4	ブレッドボード(大) BB102 (穴数 : 830)	1	
5	ブレッドボード(小) BB601 (穴数 : 170)	1	
6	ジャンプワイヤ(オス-オス) ストレート	1	
7	ジャンプワイヤ(オス-オス) フラット	1	
8	ACアダプタ (5V2A USB Type-Aメス出力)	1	
9	【プリント基板用】ピンソケット (メス) 1×7 (7 P)	1	
10	【プリント基板用】ピンソケット (メス) 1×20 (20 P)	2	

1は作品での使用必須 (配布確定)。

2~10は、作品づくりの検討用サンプル部材 (作品自体に用いていただいてもOK) です。流通性次第で代替品となる場合がございます。

コンテスト規定（1）

■ 配布されたRaspberry pi pico(1つ以上)、SPI通信用デバイス（例：ジャイロセンサ）、SPI通信の実施確認手段（例：LCDモジュール）を必ず入れること。

- 他のセンサやモーター、各種ノイズ対策部品の追加は自由。オリジナリティのある作品を期待しています。
- 配布品に含まれるブレッドボードは、Pico、SPI通信用デバイスを接続して構成されるアプリの構想検討・動作検証にご利用ください。
- ブレッドボードに代わる専用基板の開発は任意ですが、本番の作品開発、ノイズ評価・対策には、是非ご自身の手で開発された基板を適用されることを期待いたします。

■ EMC対策にかかるコストを明らかにすること。

- マルツオンライン、Rs-online.com、秋月電子通商など価格確認可能なサイトの値段を基準とする。
※ 研究室所有品で流通していない部品（ディスコン品）を使う場合、類似部品の価格とする。
- 金属筐体などで価格算出が困難な場合は、その仕様を明らかにすること。
- 基板製造をおこなった際はそのコストも明らかにすること。

■ picoの動作、及びEMC設計内容がわかるようにすること。

具体的には、下記をわかるようにしてください。

作品全体の回路図、作品の動作が分かるフロー図とPicoのプログラム内容。

基板や筐体を含む全てのノイズ設計・対策についての意図。 基板設計する行う場合は、アートワークも明示すること。

コンテスト規定（2）

▶ コンテスト作品の制約事項（次ページの図を参照）

- Raspberry pi picoを基板※1上に配置。
- SPI通信(1Mbps以上)を介してRaspberry pi picoとデバイス（例：ジャイロセンサ）を接続。
- 通信配線長は、基板※1上のパターンとケーブルの合計で50cm以上とする。
- 基板設計する場合、基板サイズ、層数の制約はありません。
- SPI通信が正常に行われていることの確認手段を準備すること（例：LCDモジュール表示）。
- Raspberry pi picoには、USBコネクタを介して5Vを給電する（EMC評価時は事務局で給電用ケーブルを準備します）。
- SPI通信用デバイス（例：ジャイロセンサ）にはRaspberry pi picoから給電

▶ その他

- EMC評価ではpico給電用USBコネクタ以外に、1系統の直流電圧源（許容電流 $\leq 3A$ ）を準備。他のセンサやモータなどに利用できます。
- プリント基板は、PCBgogoなどの海外メーカーや、P板ドットコムなどの試作基板サービスを使って各チームで製作ください。
 - ▶ 海外メーカーは製造+送付で約2~3週間程度の模様。
 - ▶ プリント基板作成・入手まではブレッドボードを使用してアプリケーション開発を進める。
 - ▶ プリント基板作成については、参考にメーカー情報などを展開します。
- 本スライドの最後のFAQも確認ください。

※1 ブレッドボード、もしくはご自身で開発した基板

コンテスト作品の制約事項

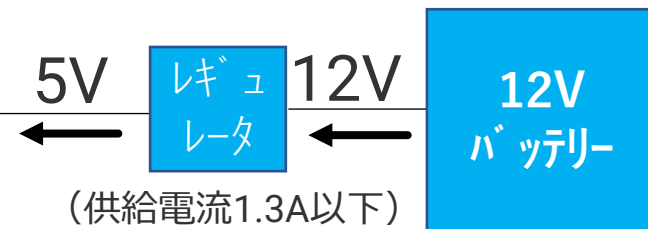
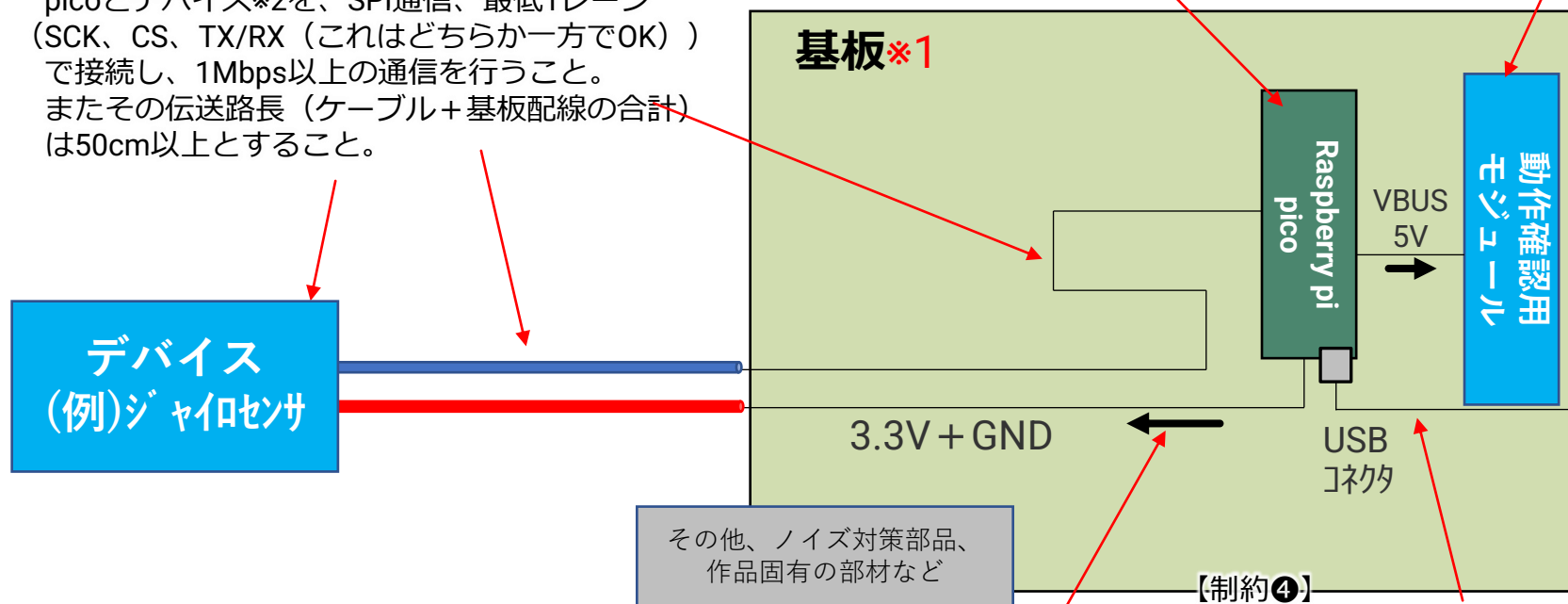
参加者で準備（配布物を含む）

EMC評価時は運営側で準備

【制約①】 Raspberry pi picoを使用

【制約③】 SPI通信が確認できるデバイスを使用
(例) 7セグメントLCDモジュール

【制約②】 picoとデバイス*2を、SPI通信、最低1レーン (SCK、CS、TX/RX (これはどちらか一方でOK)) で接続し、1Mbps以上の通信を行うこと。またその伝送路長 (ケーブル+基板配線の合計) は50cm以上とすること。



【制約④】 picoには、USBコネクタを介して5Vを給電する。

【制約⑤】 SPI通信確認用デバイスへの給電はpicoから行う

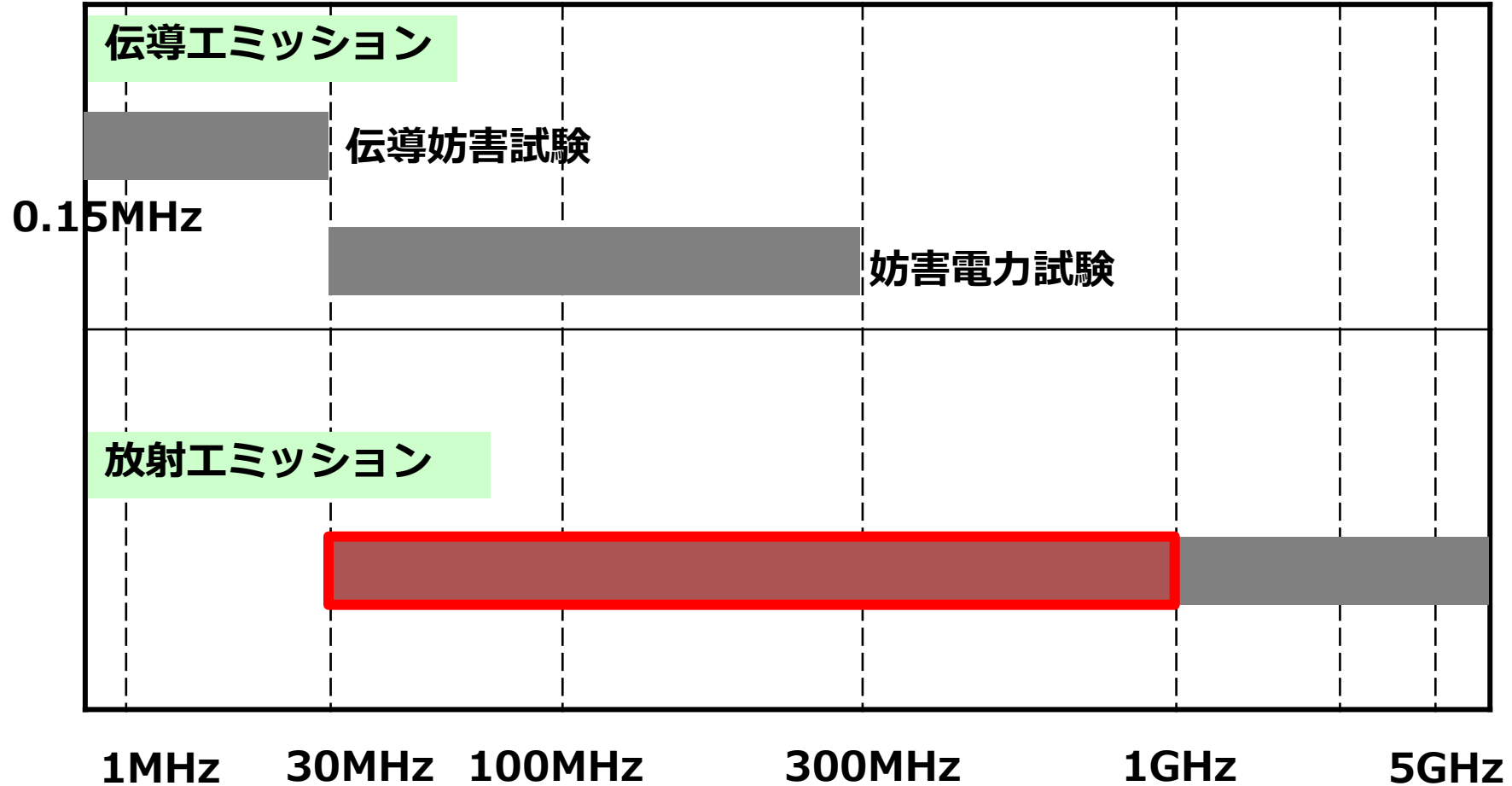
その他、DC電源1系統を準備 (≦ 3 A)

*1 設計した基板、もしくはブレッドボード
*2 例：ジャイロセンサなど

評価基準

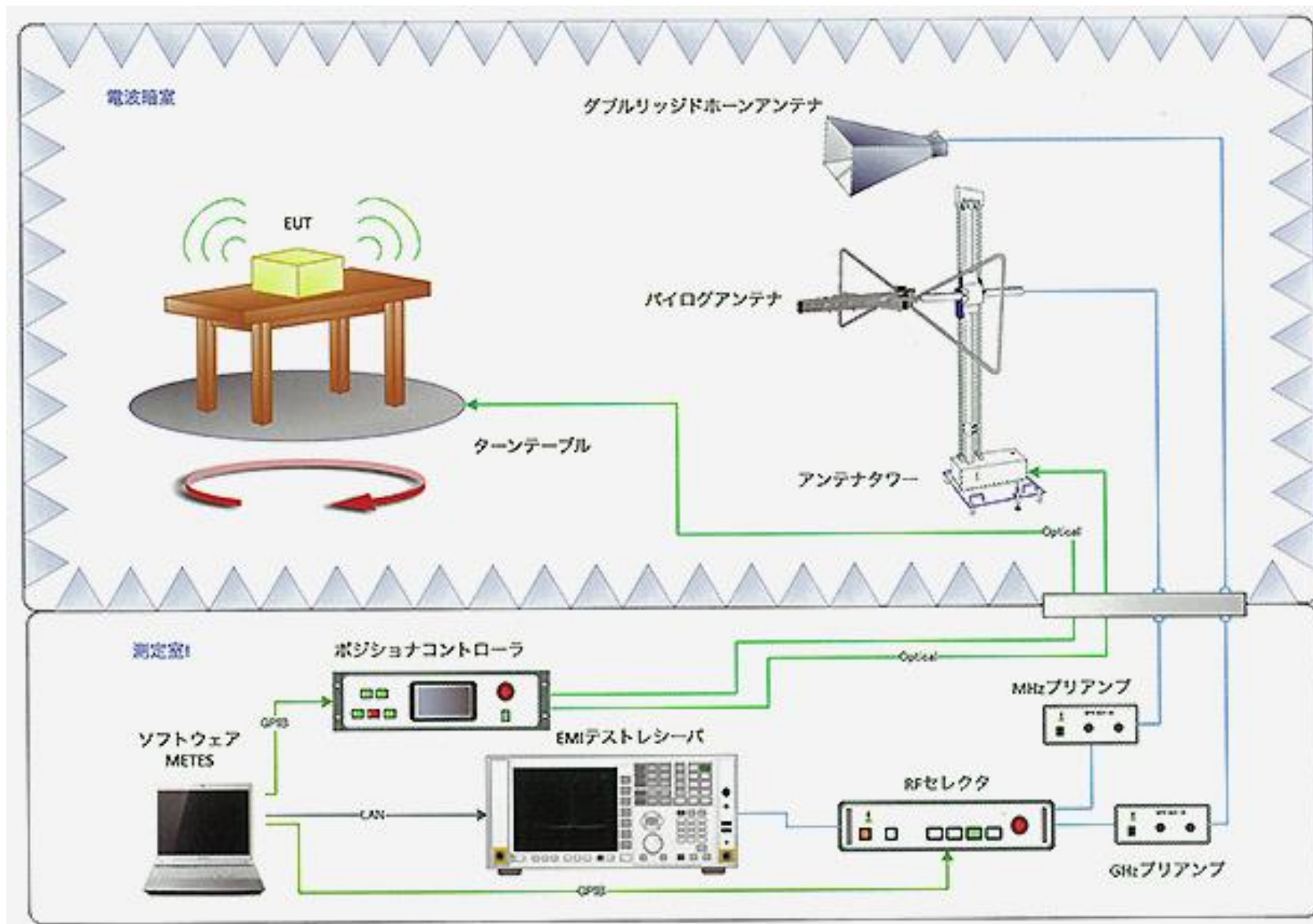
中間報告 1回目	進捗確認の場につき、評価対象外
中間報告 2回目	<ol style="list-style-type: none">1) 構想段階で考えたEMC設計内容<ul style="list-style-type: none">・ 作品仕様（回路/基板/ハーネス構成）から想定しうるノイズ発生個所・ 想定ノイズを抑制するためのEMC設計方針2) 作品のノイズ特性のプリ評価、及びメカニズム分析と対策検討<ul style="list-style-type: none">・ 活用できる測定装置や治具を用いて、どのようにノイズ評価を進めたか、また、ノイズ発生メカニズムを分析したか。・ ノイズ低減のための対策案
放射ノイズ測定 @ADOX福岡	本番の放射ノイズ測定の場合につき、評価対象外
最終報告 @湯沢WS	<ol style="list-style-type: none">3) 作品のすごさ、面白さ4) 初期状態に対する最終対策後のノイズ低減量 (対策前にて規格ラインから最も超過しているノイズを対象)5) 対策コスト6) 最終プレゼンの内容（資料、プレゼン、質疑、このコンテストで学んだこと） <p>※基板設計も評価に加味されます。</p>

マルチメディア機器の主なEMC試験（エミッション）



本コンテストでは30M~1GHzの放射エミッションを計測・評価する

EMC評価の測定イメージ（放射エミッション評価）



EMC試験施設の概要

試験場所： ADOX福岡 EMCサイト（福岡県直方市植木1245-2）

アクセス： 福岡空港から地下鉄と高速バスを利用

福岡空港駅⇒天神駅（地下鉄：約12分）

& 天神バスセンター⇒直方PA（高速バス：約40分）

& 直方PA⇒試験場 800m（徒歩：10分、タクシー：3分）

試験日時（予定）： 10/30(月)、31(火) 9:30-18:00

- ・各チーム1日1回測定（初日の測定後、対策検討いただき、2日目に最終測定）。
- ・測定帯域は30M～1GHzを予定。その他の測定条件は参加チーム数を鑑み調整。





コンテストの表彰

- 最優秀賞
- 優秀賞
- IEEE EMC Society Japan Joint /
Sendai Chapters Young Engineer Award
- その他

是非参加して、受賞を狙ってください！

協賛各社



一般社団法人 日本電磁環境測定協会
Japan Electromagnetic Environment Measurement Association

IEEE EMC Society Japan Joint/Sendai Chapters

後援各社

ROHDE & SCHWARZ
Make ideas real



Innovative EDA Solutions
Quadcept



※写真は19年度コンテスト時

各社様へ改めて感謝申し上げます

FAQ1

Q:EMC設計はわかっても、何を作ればよいのかわからない。

A:夏休みの自由研究と同じです。身の回りのものから題材を見つけてみてください。

Raspberry Pi Pico/ラズパイpico、電子工作/ジャイロ/モータ/…などで検索すると、参考になるYoutube動画やWeb記事がたくさん見つかります。また今年のコンテストの作品も補足資料としてつけていますのでこれらを超える作品を期待しています。

Q:危険そうなものも作ってよいのか？

A:各所属機関の安全基準は守ってください。制作中の事故について事務局では責任を負えません。

Q:大きさに制限はあるのか？

A:基本的にありません。評価は台の上に乗せるので、もし1mを超えるような大型のものを検討しているなら事務局に事前相談ください。なお、コンテスト会場への運搬は自費扱いです。

Q:配布キットの部品は使ってよいのか？

A:問題ありません。部品の詳細仕様を理解し、発表に備えることはあなたのプラスになるでしょう。

Q:計測はどのように行うのか？

A:マルチメディア機器の評価規格であるCISPR32に準拠して行います。

FAQ2

Q:電池駆動の作品を想定しているんですが？

A:配布のpico、ジャイロセンサなどへの給電は決められていますが、その他のセンサや駆動装置への電源供給は自由にしてください。

Q:通信ケーブルへのノイズ対策は可能か？（ケーブルをツイストにしたり、シールドにしたり、フェライトコアをつけたい）

A:OKです。

Q:アプリに電流制限はあるの？

A:電源ケーブルは各チームが共通で用いるので、ケーブルが溶けるほど電流を引き込んではいけません。EMC評価用に暗室備え付けの外部直流電源から電源を供給する予定のチームで、供給電流が3Aを超える作品を検討している場合は、事務局に事前相談ください。

FAQ3

Q:配布されたブレッドボード上に直接対策部品を実装しても良いのか？

A:まったく問題ありません。コンテスト規定どおり、どこに何を入れたかはわかるようにしてください。

Q:マイコンの動作周波数を変更しても良いのか？

A:内部クロックは固定です。

Q:動作時とプレゼン時で違う動作状態にしてもよいのか？

A:評価時の動作モードは、本来はEMCテストプランで厳格に決定します。本コンテストにおいてはテストプランを各チームと事務局が検討する時間は限られるため、可能な限り同じ動作をさせてください。モータもセンサも動かしてください。

評価時だけ動きを止めるなど「ズル」は無しです。

(メーカーが納入先に行ったら発注停止のレベルです)。

FAQ4

Q:配布のブレッドボードは2個あるので、2つのボードを使った作品でも良いのか？

A:問題ありません。（事務局から配布はしませんが、）3個以上のボードを使っても問題ありません。

また、この機会にEMCを意識した基板レイアウトを経験されることを推奨いたします。

Q:ボード2個を使った作品の場合、SPI通信線はどちらも引き出すのか？

A:原則1つのボードがSPI通信を実施すれば、問題ありません。

Q:無線アプリを作ってもOKか？

A:OKです。

FAQ5

Q:ノイズ測定条件(EMILレシーバの掃引速度)は作品に合わせるのか? 固定なのか?
間欠動作の機器はどうなるのか?

A:多数のチームを短時間で計測するので、作品の動作に合わせた計測器の設定はできない
かもしれません。なお、ノイズ測定時に、間欠動作を逆手に取り、低ノイズを狙うなどの
「ズル」は無しです。疑義が生じた場合、設定変更して真のノイズを検証する場合があります。

Q:当日、対策をする時間はあるのか?

A:対策時間を設ける予定です。2日間の測定において、初日に各チーム1回測定し、その結果を
踏まえてノイズ対策を行い、2日目に最終測定を想定しています。

Q:基板を制作したいが、予算がない。事務局は助けてくれないのか?

A:すみません。事務局も予算がありません。有名なP板.com(日本)より安い海外サイトは
たくさんあります。ただし、海外サイトの場合、納期や品質には注意が必要です。
プリント基板製造については、CQ出版「トランジスタ技術」でも定期的に特集されています。

FAQ6

Q:ボード設計を行いたいが、CADの知識がない。

A:Quadceptを使用してください。8/7（月）のツール講習会で使い方を習得してください。

<https://www.Quadcept.com/ja/public/community/index.html?aid=sitetop>

Q:基板を新たに作成する際の部品はどこから購入できるのか？

A:オンラインショップでマイコンなど部品のみ販売も行われています。

Q:解析ツール（HFSSや、CST-Studioや、ADSなど）を使ってもよいのか？

A:解析ツールでEMC設計対策の指針検討、ノイズ分析など是非取り組んでみてください。
ただし、コンテストにおいて解析ツールの利用が審査のプラスになるのかマイナスになるのかは解析ツールの使い方次第です。

Q:事前にサイト測定してから10/30, 31のADOX福岡でのEMC評価に持ち込んでも良いのか？

A:問題ありません。ただし、事前のサイト測定自体は、審査の対象にはなりません。

FAQ7

Q:応募作品は箱に入れる必要があるのか？

A:必要ありません。動作できる状態であれば、問題ありません。

Q:指導教官や助っ人に協力してもらってもよいのか？2人だけでやるべきなのか？

A:指導教官や助っ人に助けをもらうことを否定しません。ただし当日のプレゼンは2人で行ってください。また、受賞した場合の受賞者は参加登録した2名のみとなります。

Q:参加は、原則35歳以下とあるが、どの時点が基準か？

A:年齢は、今年の年末（2023年12月31日）を基準とします。
上記の時点で35歳以下かどうかでご判断ください。

Q:36歳以上の参加はできないのか？

A:36歳上の方は、チームメンバーではなく、上記のQAと同様、協力者（支援者）の位置づけでの関与はOKです。なお、若手技術者の育成が本コンテストの趣旨ですので、報告会でのプレゼンや質疑対応はチームメンバーにさせていただきます。
表彰もチームメンバーが対象です。

FAQ 8

Q:どうしても2人集まらない。1名チームでの参加は可能か？

A:可能です。ただし、2人チームよりも取り組みの負荷が大きくなります。

それをご理解の上、途中棄権なきようお願いいたします。

Q:3名チームでの参加は可能か？

A:その場合は2名チームと1名チームの2チームでご参加ください。

Q:計測時にノイズはどこまで落とす必要があるのか？CISPRのクラスは何を基準にするのか？基準値がないと設計できないのだけれど？

A:グループごとに作品が異なるため、ノイズの目標レベルは事務局側では設定しません。各グループにおいて、発生するノイズをどのように分析し、有効な対策案を低コストで導出し、どれだけ改善したかが評価の対象になります。

Q:コンテスト参加費以外に費用が必要か？

A:作品制作に係る部材費用・基板製作費用は各チームで負担ください。

EMC評価やWSの参加費用は無料ですが、移動・宿泊費用については、各自ご負担いただきます。

FAQ9

Q:参加登録後の参加辞退は可能か？

A:基本は辞退とならないように計画的な取り組みをお願いします。

途中で取り組み継続が難しくなった場合は、他の方との交代もご検討いただき、その時点でご連絡をお願いします。どうしてもチームとして辞退せざるを得ない場合もご連絡をお願いします。

Q：チームとして辞退する場合の参加費のキャンセルポリシーは？

A：参加登録されたチームから順次、配布物を発送いたします。

配布物発送前の辞退の場合、参加費のお支払いは不要です。支払い済であれば返金致します。

配布物発送後の参加辞退については、参加費は返金されませんし、未支払の場合はお支払いいただきます。なお、配布物の返却は必要ありません。他の用途にご利用下さい。

FAQ10

Q:表彰の規定はあるか？

A:表彰のうち、IEEE EMC Society Japan Joint / Sendai Chapters の Young Engineer Award については規程があります。

23年12月31日現在で、34才以下であること。当該の賞のIEEEとしての正式授与時※に、IEEE EMC Societyの入会手続きを終え会員であることなどが、表彰の規定となります。詳細は、下記リンクを参照ください。

[Young Engineer Award.pdf \(ieee-jp.org\)](https://www.ieee-jp.org/section/tokyo/chapter/EMC-27/Young%20Engineer%20Award.pdf)

<https://www.ieee-jp.org/section/tokyo/chapter/EMC-27/Young%20Engineer%20Award.pdf>

これについては、コンテスト最終発表会までに、各チームに、IEEE会員登録の意思確認をいたします。同意いただけたチームが、当該の賞の選考対象となります。

※当該の賞は、コンテスト最終報告会での審査の後日、IEEE EMCSとして正式承認され、それ以降の研究会（12月あたり）などの場で、正式授与式が開催される予定です。

問い合わせ先

【コンテスト事務局】

末永、緒方、西本

連絡先E-mail：emcj-ws@mail.ieice.org

補足資料

昨年度のコンテスト作品

- ・例1 岡山大学
- ・例2 日立Astemo

EMC 設計対策コンテスト RFID を用いた研究室の入退出管理システム

岡山大学 下田 洸平、日室 雅貴

1. 作成したアプリケーション 研究室の入退室管理システム

3

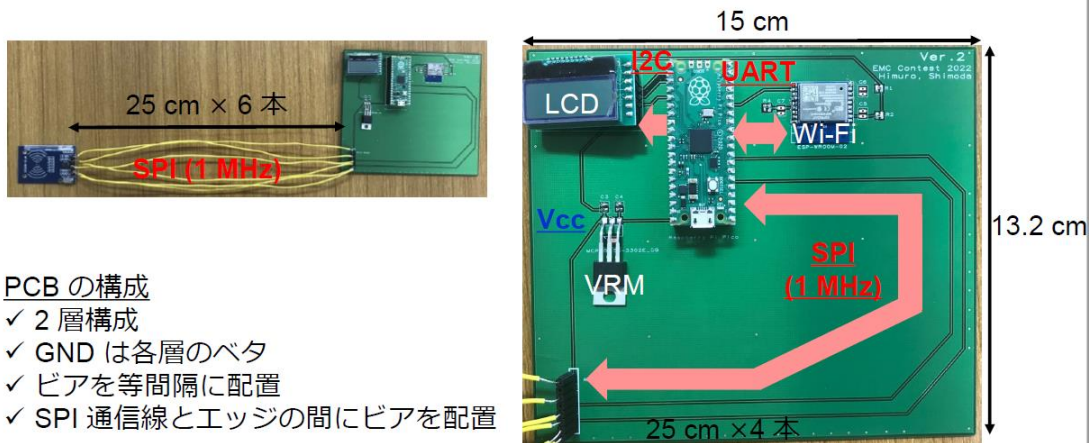
デバイス RFID リーダからユーザ ID を読み込み & 送信

サーバ ユーザの Google カレンダーを自動更新 * 試験時はサーバと通信しない



1. 作成したアプリケーション PCB のレイアウト

4

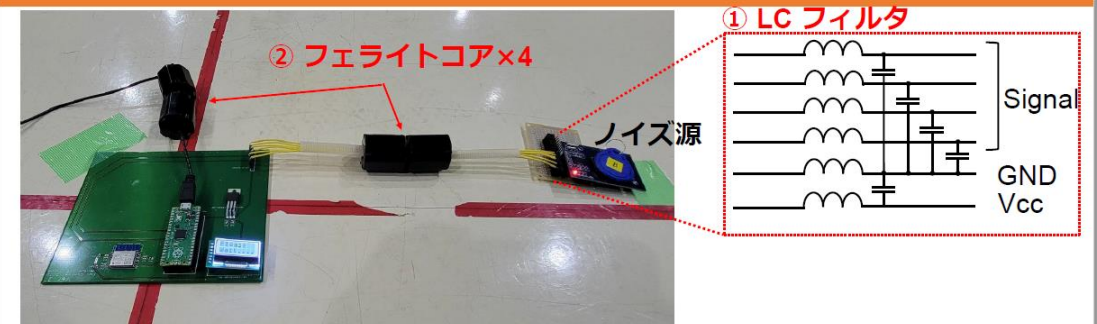


PCB の構成

- ✓ 2層構成
- ✓ GND は各層のベタ
- ✓ ビアを等間隔に配置
- ✓ SPI 通信線とエッジの間にビアを配置

2. アプリケーションの EMC 対策 EMC 設計の概要

5



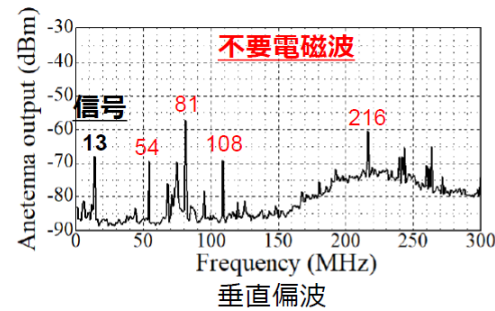
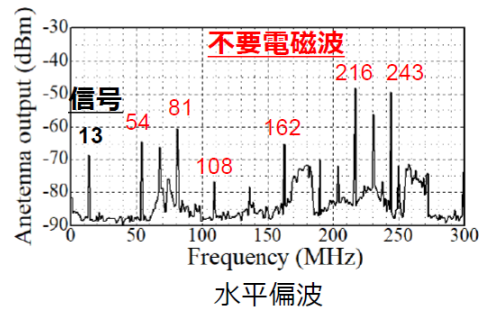
- ① **LC フィルタ**を RFID Reader の通信回路, 電源回路に実装 (約 267 円)
- ② **フェライトコア 4つ**を各ケーブルに実装 (約1600円)

合計 : 約 1867 円

22年度 EMC設計対策コンテスト作品例 1 岡山大学

2. アプリケーションの EMC 対策 岡山大での放射測定

RFID の周波数 : 13.56 MHz 6



27 MHz の整数倍の周波数で放射 EMI が発生

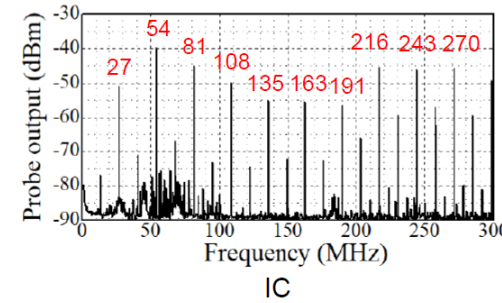
➢ 最も支配的なノイズ源は RFID リーダ



水晶発振子
(27 MHz)

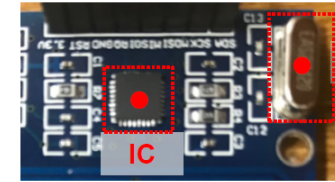
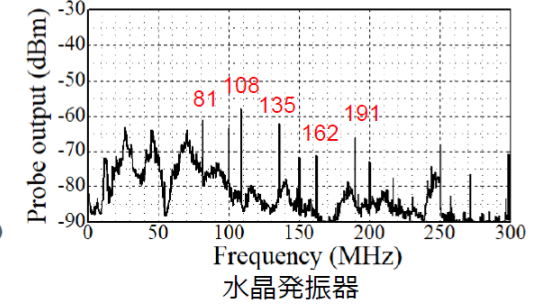
2. アプリケーションの EMC 対策 近傍磁界の測定

RFID の周波数 : 13.56 MHz 7



IC の近傍磁界の最大の方が 20 dB 大きい

➢ IC の電源系ノイズが支配的



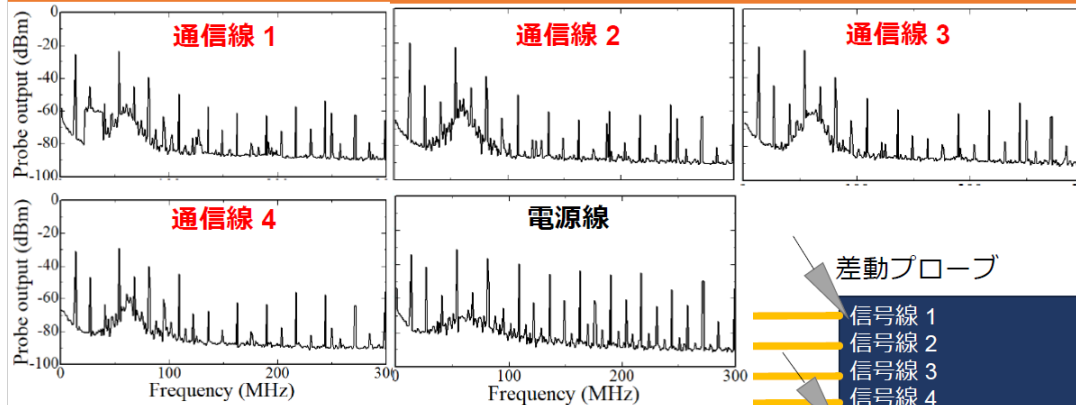
水晶発振子

● 測定位置

RFID

2. アプリケーションの EMC 対策 リーダーのコネクタ部の DM 電圧測定

RFID の周波数 : 13.56 MHz 8
SPI 通信 : 1 MHz



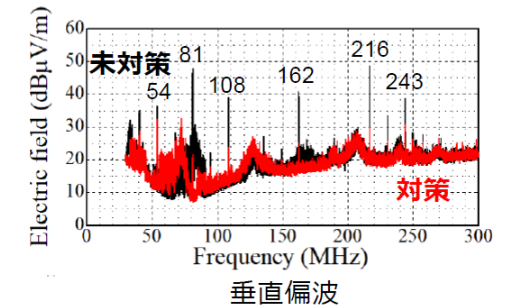
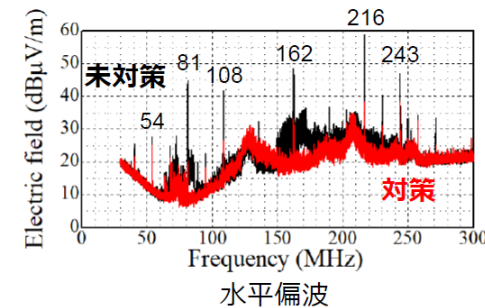
通信線×4 本に電源系ノイズが伝搬

➢ 通信線でも EMC 対策が必要

RFID

3. EMC 測定会 (in ADOX 福岡) での試験

13



• 27 MHz の整数倍で放射 EMI が発生

• 最大で 20 dB 低減

改善点 : LC フィルタの除去、フェライトコアの個数を減らすことでコストを削減

EMC設計対策と差分評価について

日立Astemo 株式会社
第二インバータ設計部
竹本 寛晴
第一インバータ設計部
張 帥涛
2022/11/10

1.アプリケーションについて

製作物：傾斜測定機

・アプリケーションについて
使用部材
①RaspberryPiPico：1個
②LCDモジュール(ディスプレイ)：1個
③ジャイロセンサ：1個
・動作について
ジャイロセンサー(画像1)が傾き量を検知すると、RaspberryPiPicoへ情報が伝達され、その情報を簡易的にLCDモジュール(画像2)へ表示される。PC接続時(Thony接続時)であれば詳細な数値で傾き量を確認することも可能。

画像1:ジャイロセンサー(③)



製作理由

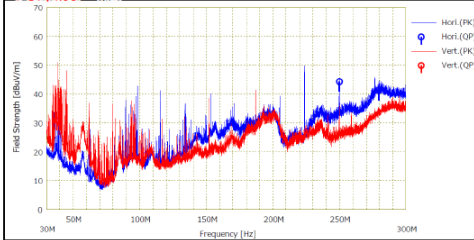
・当初、私たちは昨今の温暖化(特に夏季)による熱中症被害が増加していることから温度計を作成しようと考えていましたが、ソフトウェアの搭載に難航したため、ハードウェアでの対策に注力し、そこからノイズの抑制と対策案事の差分評価を主軸に実施していきよう計画を変更しました。

画像2:製作物全体像

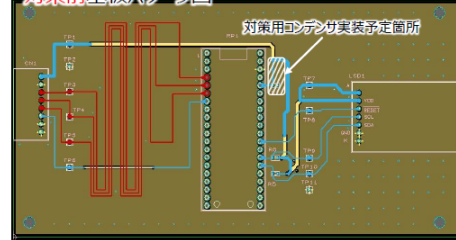


3.対策前状況〔実装用基板〕

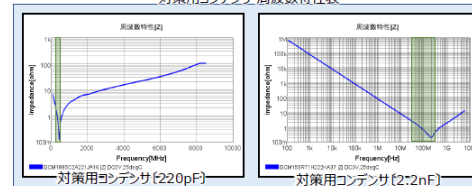
対策前基板



対策前基板パターン図



対策用コンデンサ 周波数特性表

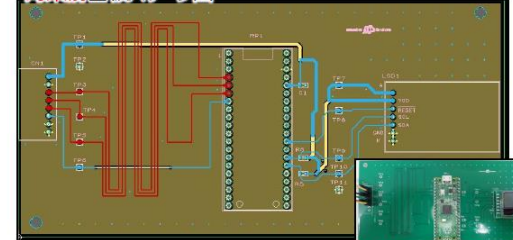


ノイズ要因

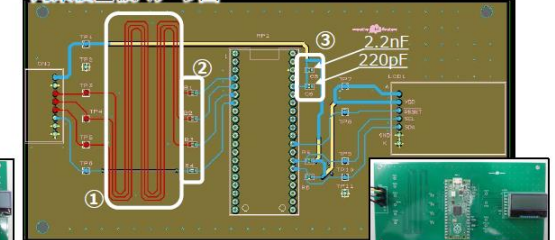
- ①：30MHz～100MHzで予想以上のノイズが発生。
要因としてはRaspberryPiPicoの水晶発振器とSPI通信(信号速度10Mbps)が影響していると仮定。
⇒対策として右記に記載しているコンデンサ(220pFと2.2nF)を搭載
- ②：100MHz～300MHz、全体を通してノイズ振れが発生。
要因としては実装パターンによる影響と仮定。
⇒実装パターンの曲げ角を修正

3-1.対策内容〔実装用基板〕

対策前基板パターン図



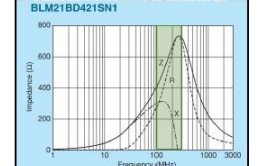
対策後基板パターン図



対策内容

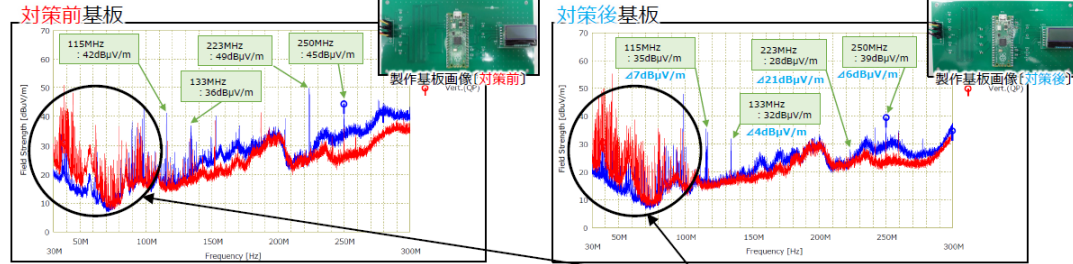
- ①：RaspberryPiPico - ジャイロセンサー間の実装パターンの曲げ角を変更。
- 実装パターンを90°に配置すると不連続点が発生し、信号反射の原因となりノイズに悪影響が考えられるため曲げ角を45°へ変更
- ②：RaspberryPiPico - ジャイロセンサー間(SPI通信)へ「フェライトビーズ」を実装。
- 主ノイズ源と考えられるSPI通信の高周波ノイズを懸念し、「フェライトビーズ」で抑制するために実装
- ③：Vout - GND間へバイパスコンデンサ(220pFと2.2nF)を実装。
- 電源ループの最小化によるノイズ放出を抑制するために実装

対策用フェライトビーズ 周波数特性



22年度 EMC設計対策コンテスト作品例 2 日立Astemo

3-2.対策結果〔実装用基板〕



対策効果

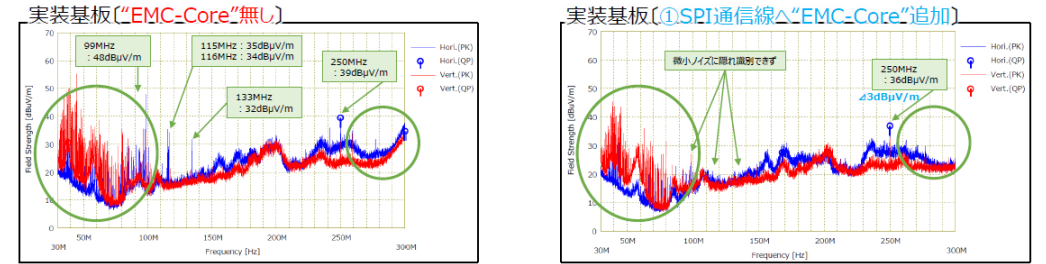
- ① : RaspberryPiPico - ジャイロセンサー間の実装パターン、曲げ角を変更。
⇒高周波領域(100MHz~300MHz)でノイズ量が全体的に減少
- ② : RaspberryPiPico - ジャイロセンサー間(SPI通信)へ“フェライトビーズ”を実装
⇒223MHzのノイズピークが低減
250MHzのノイズピークが低減
- ③ : Vout - GND間へバイパスコンデンサ(220pFと2.2nF)を実装
⇒115MHz、133MHzノイズピークが低減

ノイズ増加

- ①対策前後で低周波数領域(30MHz~100MHz)でノイズ量が増加
⇒ノイズ源としてRaspberryPiPicoの水晶振動子の周波数(12MHz)が影響していると仮定

以降のスライドで低周波領域への更なる対策を実施

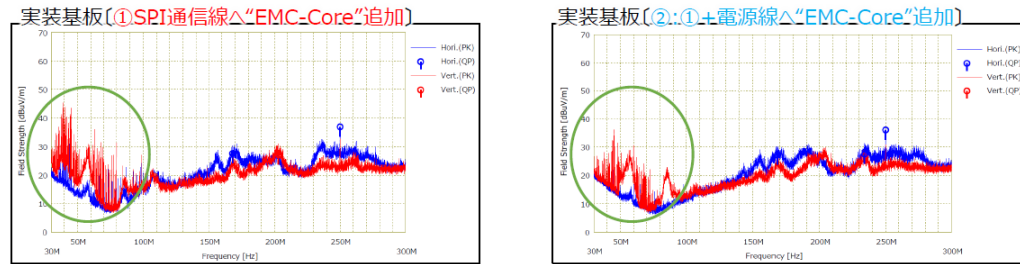
4-1.対策結果〔①:SPI通信線へEMC-Core追加〕



対策効果

- ① : RaspberryPiPico - ジャイロセンサー間(SPI通信)へ“EMC-Core”を追加。
⇒低周波数領域(30MHz~100MHz)のノイズ量が全体的に減少
99MHz、115MHz、116MHz、133MHzのHorizontal(水平)結果でノイズパイクが消失
250MHzのノイズピークが低減
260MHz以降から上昇傾向にあったノイズが緩やかに変化

4-2.対策結果〔②:①+電源線へEMC-Core追加〕



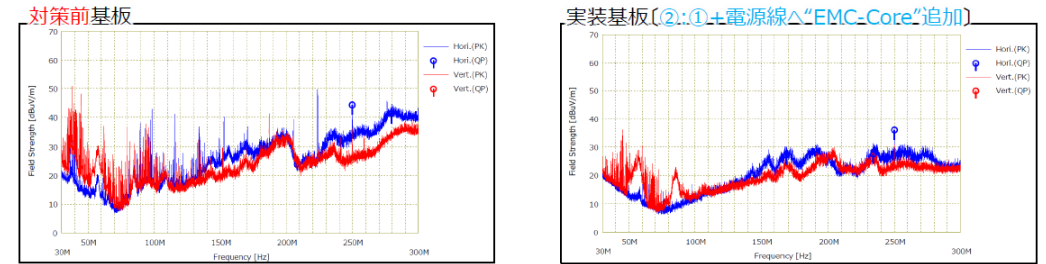
対策効果

- ② : ①に加えて入力DC電源線へ“EMC-Core”を追加。
⇒ 30MHz~100MHz間のノイズ量が全体的に減少

EMC-Core追加による効果

概ね、実装したEMC-Coreの周波数特性に対して、狙っていた領域のノイズが低減が確認できた。このことから、通信線と電源線への“EMC-Core”の追加は期待通りの結果を得られたと考えられる。

5.結論



結論

複数の対策を実行し、全領域を通してノイズ振れの低減を確認した。対策内容としては、実装パターン、フェライトビーズ、バイパスコンデンサの実装し、それに伴って高周波領域(100MHz~300MHz)でのノイズパイクをフィルターした。加えて通信線と電源線へEMC-Coreを実装し、低周波数領域(30MHz~100MHz)、ノイズレベルの低減を確認することができた。以上のことから、対策案に対して概ね期待通りの結果を得られたと考える。しかし、フェライトコアの追加によるコスト増加は著しく、許容できないためハードウェア面だけの対策が最良の結果と考える。

対策コスト

対策項目	価格
PCB設計	¥ 0
フェライトビーズ	¥ 53
バイパスコンデンサ	¥ 16
EMC-Core	¥ 1,758
合計	¥ 1,827